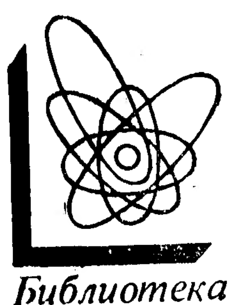
Библиотека учителя физики



Методика преподавания физики 6·7



Библиотека учителя физики

Методика преподавания физики

в 6—7 классах средней школы

Под редакцией В. П. ОРЕХОВА
и А. В. УСОВОЙ

Издание 3-е, переработанное

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1976

53
М54

Рекомендовано к изданию Главным управлением школ Министерства просвещения СССР

Авторский коллектив:

В. П. ОРЕХОВ, А. В. УСОВА, К. В. АЛЬБИН, З. А. ВОЛОГОДСКАЯ, В. Г. ГЛАЗЫРИН, В. М. ДЕРЯБИН, С. Е. КАМЕНЕЦКИЙ, Е. П. КОЛЬЧЕВСКАЯ, Р. И. МАЛАФЕЕВ, М. М. ТЕРЕНТЬЕВ, А. И. ТОРШИН, И. К. ТУРЫШЕВ.

Методика преподавания физики в 6—7 классах сред-
М54 ней школы. Под ред. В. П. Орехова и А. В. Усовой. Изд. 3-е, перераб. М., «Просвещение», 1976.

384 с. с ил. (Б-ка учителя физики).

На обороте тит. л. авт.: В. П. Орехов, А. В. Усова, К. В. Альбин и др.

Пособие написано в соответствии с действующей программой по физике для VI—VII классов. В нем освещены общие вопросы методики преподавания физики, раскрыто содержание курса физики VI—VII классов, рассмотрена методика изучения всех тем программы. Большое внимание уделено вопросам организации самостоятельной работы учащихся по предмету, активизации их познавательной деятельности.

$М\frac{60501-586}{103(03)-76}$ подп. изд. 53

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее пособие ставит своей целью помочь учителю физики VI—VII классов в его учебно-воспитательной работе с учащимися. Главное внимание в пособии уделено методическому анализу научного содержания программного материала. Большое место отведено вопросам методики формирования основных физических понятий, изучению молекулярно-кинетической и электронной теорий, раскрытию свойств вещества и полей.

В целом в книге рассмотрен материал несколько больший по объему, чем этого требует программа. Сделано это для того, чтобы учитель имел возможность выбора и мог полнее удовлетворить, хотя бы в ознакомительном плане или на внеклассных занятиях, запросы своих учащихся.

Особенностью рассматриваемого в пособии учебного материала являются также его политехническая направленность, связь с окружающей учащихся жизнью, практикой коммунистического строительства, задачами трудового обучения и воспитания. На первый план в пособии выдвинуты и рассмотрены вопросы формирования научного мировоззрения учащихся, воспитания у них коммунистического отношения к труду, советского патриотизма и пролетарского интернационализма.

Авторы старались возможно полнее отразить то новое, что появилось в методике за последние годы. Это, прежде всего вопросы активизации мышления учащихся, формирования у них умения самостоятельно приобретать и углублять знания. С этим тесно связан новый подход к методам обучения и формам организации учебных занятий, отказ от шаблона в их построении, внимание к самостоятельной работе и программированному обучению.

Описание разработок отдельных тем курса физики часто дано с вариантами. В них приведены и сопоставлены различные точки зрения, существующие в методике. Это должно способствовать критическому подходу к рассматриваемым вопросам и развитию инициативы и творчества учителя.

Для начинающего учителя в пособии дано поурочное планирование материала отдельных разделов и тем, которое нужно рассматривать как примерное и подлежащее конкретизации в соответствии с местными условиями: составом учащихся, оборудованием кабинета, производственным окружением и т. д.

Для углубленного изучения тех или иных вопросов в пособии приведены списки литературы. Литература по общим вопросам методики преподавания физики дана в конце каждой главы первой и второй частей книги. Литература по вопросам методики изучения конкретных тем курса физики VI—VII классов приведена в конце пособия. Стоящая в скобках цифра, а иногда две и более, например [2], означает ссылку на порядковый номер литературного источника, указанного в перечне. Запись [1, с. 161] указывает порядковый номер источника и страницу, на которой помещена цитата. Обозначение вида (гл. 7, *4*) означает ссылку на четвертый раздел 7-й главы.

Пособие подготовлено коллективом методистов педагогических институтов. Главы и разделы написаны:

Альбиным К. В. — гл. 12, *1, 2* (совместно с Костеревой Т. В.); гл. 12, *3* (совместно с Усовой А. В.); гл. 19, *2, 3*;

Вологодской З. А. — гл. 11, *3*;

Глазыриным В. Г. — гл. 26;

Дерябиным В. М. — гл. 4, *4*; гл. 5, *4*; гл. 15 (совместно с Ореховым В. П.); гл. 17, *2—22* (совместно с Ореховым В. П.);

Каменецким С. Е. — гл. 23—25; гл. 8 (совместно с Ореховым В. П. и Турышевым И. К.);

Кольчевской Е. П. — гл. 7, *1—2, 4, 5*; гл. 10 (совместно с Усовой А. В.); гл. 18 (совместно с Ореховым В. П.);

Малафеевым Р. И. — гл. 13;

Ореховым В. П. — гл. 2, *4—5*; гл. 3, *1—2* (совместно с Усовой А. В.), *3—7*; гл. 7, *3*; гл. 20, *1, 3*;

Терентьевым М. М. — гл. 6 (совместно с Ореховым В. П.); гл. 20, *2, 4—7*; гл. 21; гл. 22;

Торшиным А. И. — гл. 14; гл. 16;

Турышевым И. К. — гл. 9;

Усовой А. В. — гл. 1; гл. 2, *1—3, 6*; гл. 4, *1—3, 5*; гл. 5, *1—3*; гл. 11, *1—2*; гл. 17, *1*; гл. 19, *1*.

Руководство авторским коллективом осуществлялось В. П. Ореховым и А. В. Усовой.

Большую помощь в подготовке настоящего издания книги оказали рецензенты А. В. Перышкин, Е. В. Савелова, А. П. Рымкевич, Г. В. Каминский, Н. П. Ванюшина, С. Н. Семин, Р. Б. Ткачук, Б. А. Слободсков, которым авторский коллектив выражает свою искреннюю благодарность.

В. Орехов

А. Усова



ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

ГЛАВА 1

ЗАДАЧИ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ФИЗИКИ VI—VII КЛАССОВ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

1. ЗНАЧЕНИЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В ШКОЛЕ

Физика изучает наиболее общие свойства и законы движения материи. Она играет ведущую роль в современном естествознании. Это обусловлено тем, что физические законы, теории и методы исследования имеют решающее значение для всех естественных наук. Физика — научная основа современной техники. Электротехника, автоматика, радиотелеметрия и многие другие отрасли техники развились из соответствующих разделов физики. Дальнейшее развитие науки и техники приведет к еще более глубокому проникновению достижений физики в различные области техники и производства.

В связи с возрастающим значением физики для естествознания и для развития техники знания физики становятся необходимыми каждому человеку современного общества. Сказанным объясняется то большое внимание, которое уделяется в советской школе изучению физики.

В процессе преподавания физики представляется возможным знакомить учащихся с важнейшими применениями физики в промышленности и сельском хозяйстве, на транспорте и в медицине; дать понятие об автоматике; формировать навыки в обращении с измерительными приборами и инструментами, широко применяемыми на практике. Это имеет большое значение для подготовки учащихся к общественно полезному труду.

Изучая физику, учащиеся знакомятся с целым рядом явлений природы и их научным объяснением; у них формируется убеждение в материальности мира, в отсутствии всякого рода сверхъестественных сил, в неограниченных возможностях познания человеком окружающего мира. Знакомясь с историей развития физики и техники, учащиеся начинают понимать, как человек, опираясь на научные знания, преобразует окружающую действительность, увеличивая свою власть над природой.

Все это имеет важное значение для формирования у учащихся диалектико-материалистического мировоззрения.

Изучение физических теорий и законов, установление причинно-следственных связей между явлениями, применение теоретических знаний к решению конкретных физических задач играют большую роль в развитии логического мышления учащихся, их познавательных способностей.

Изучая физику, учащиеся знакомятся с деятельностью выдающихся прогрессивных ученых-физиков, с передовым характером советской науки и техники, а также науки и техники всех социалистических стран. Все это имеет большое воспитательное значение.

2. ЗАДАЧИ КУРСА ФИЗИКИ VI—VII КЛАССОВ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Задачи преподавания физики вытекают из общих задач, поставленных перед школой в Программе КПСС: «Среднее образование должно обеспечивать прочное знание основ наук, усвоение принципов коммунистического мировоззрения, трудовую и политехническую подготовку в соответствии с возрастающим уровнем развития науки и техники, с учетом потребностей общества, способностей и желаний учащихся, а также нравственное, эстетическое и физическое воспитание здорового подрастающего поколения» [1, с. 123].

Перед преподаванием физики в VI—VII классах средней школы стоят следующие основные задачи:

дать учащимся систему первоначальных знаний по физике;

дать представление о методах, применяемых в научных исследованиях по физике, способствовать овладению этими методами;

способствовать развитию мышления школьников, формированию у них диалектико-материалистического мировоззрения;

воспитывать чувство советского патриотизма и интернационализма;

осуществлять политехническое образование учащихся, их подготовку к общественно полезному труду и выбору профессии.

Начальный курс физики, несмотря на свою элементарность, должен давать систематизированные знания. При этом условии он полнее удовлетворит потребности учащихся в физических знаниях и лучше подготовит их к изучению физики и других предметов в старших классах.

Физика — наука экспериментальная, поэтому в основу преподавания физики в школе также должен быть положен эксперимент. Однако это не означает недооценки роли теории в обучении. Программа по физике предусматривает усиление внимания вопросам теории на первой ступени обучения физике [2].

3. СОДЕРЖАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ КУРСА ФИЗИКИ VI—VII КЛАССОВ

Программа по физике VI—VII классов включает первоначальные сведения о строении и свойствах вещества, систему первоначальных знаний по механике, теплоте, электричеству и строению атома. В каждый раздел включены основные понятия, необходимые для формирования системы знаний, сведения о физических величинах, единицах и способах их измерения.

Программа включает значительный политехнический материал (гл. 2, *5*), знакомящий учащихся с физическими основами энергетики, машиностроения, металлургии, транспорта, строительного дела и связи. Для ознакомления учащихся с современным производством и конкретизации их представлений о практическом применении изучаемых физических явлений и законов предусмотрен обязательный минимум производственных экскурсий.

В основу преподавания физики положен эксперимент. В программе по всем темам курса указан минимум демонстраций (свыше 90), лабораторных работ и упражнений (25), обеспечивающих формирование у учащихся практических умений и навыков.

Один и тот же учебный материал может быть изложен в различной последовательности. Эта последовательность определяется целым рядом факторов: системой науки, основы которой изучают; местом предмета в учебном плане, его значением для других предметов; задачами трудовой и политехнической подготовки школьников и т. д.

Программой принята следующая последовательность изучения основных разделов [2].

VI класс — 70 часов

1. Введение (2 ч). (Что изучает физика. Физические явления. Наблюдения и опыты. Физика и техника.)
2. Первоначальные сведения о строении вещества (6 ч).
3. Движение и силы (23 ч).
4. Давление жидкостей и газов (гидро- и аэростатика) (24 ч).
5. Работа и мощность. Энергия (13 ч).

VII класс — 70 часов

Тепловые явления

1. Теплопередача и работа (13 ч).
2. Изменения агрегатных состояний вещества (9 ч).
3. Тепловые двигатели (3 ч).

Электричество

1. Строение атома (5 ч).
2. Сила тока, напряжение, сопротивление (19 ч).
3. Работа и мощность тока (5 ч).
4. Электромагнитные явления (14 ч).

Отличительной чертой данной программы по сравнению с ранее действовавшими является ее более высокий научный уровень. Выражается это в том, что изучение основных разделов начинают с теорий и на их основе дают объяснение включенных в раздел явлений и законов. Так, курс физики VI класса начинают с изучения молекулярного строения вещества, а раздел об электричестве в VII классе — с изучения теории строения атома. Это способствует более высокому уровню усвоения материала.

Программа обеспечивает запросы в знаниях по физике для изучения других предметов. Содержание учебного материала определено в соответствии с познавательными возможностями учащихся.

В связи с бурным развитием науки и техники школьный курс физики не может оставаться неизмененным. Дальнейшее его совершенствование будет идти в направлении усиления внимания вопросам современной физики, повышения научного уровня изучаемого материала. Из программы курса физики VI—VII классов неизбежно будут исключаться второстепенные вопросы, не имеющие большого образовательного и воспитательного значения, а также темы, с которыми учащиеся знакомятся до изучения курса физики, на уроках природоведения в начальных классах. Это позволит обогатить содержание курса физики VI—VII классов и создаст условия для дальнейшего повышения научного уровня курса физики средней школы, приведения его в большее соответствие с современным уровнем науки и техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Программа Коммунистической партии Советского Союза. М., Политиздат, 1974.

2. Программы восьмилетней и средней школы на 1975/76 учебный год. Физика. Астрономия. М., «Просвещение», 1975.

3. Разумовский В. Г. Основные проблемы преподавания физики в школе.—«Физика в школе», 1972, № 5.

ГЛАВА 2

ВОПРОСЫ КОММУНИСТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ УЧАЩИХСЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ

Одна из важнейших задач советской школы в период развернутого строительства коммунизма — воспитание всесторонне образованных, идейно закаленных строителей коммунистического общества.

В области коммунистического воспитания партия выдвигает следующие задачи: формирование основ научного мировоззре-

ния, трудовое воспитание, утверждение коммунистической морали, развитие пролетарского интернационализма и социалистического патриотизма, всестороннее и гармоничное развитие человеческой личности, преодоление пережитков капитализма в сознании и поведении людей, разоблачение буржуазной идеологии.

1. ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ УЧАЩИХСЯ

Учебный предмет физики по своему содержанию располагает большими возможностями для формирования у школьников научного мировоззрения. Учитель физики должен использовать эти возможности для того, чтобы постепенно, по мере изучения курса физики, подводить учащихся к обобщениям мировоззренческого характера, вскрывать научную несостоятельность чуждых духу марксизма-ленинизма теорий и идей. Разумеется, эта работа должна проводиться с учетом возрастных особенностей учащихся, их общего развития.

Уровень развития учащихся VI—VII классов еще недостаточен для широких философских обобщений, однако он позволяет накопить некоторый материал для последующих обобщений и создать у учеников первоначальные представления о материи и ее движении, взаимосвязи и взаимообусловленности явлений.

Процесс формирования научного мировоззрения у учащихся при изучении физики включает следующие основные элементы: раскрытие материальной природы изучаемых физических явлений; установление связей между явлениями и правильное объяснение их; раскрытие объективного характера изучаемых физических законов; убеждение учащихся в возможности познания законов природы и использовании их для ее преобразования; раскрытие диалектического характера процесса познания природы; показ научной несостоятельности суеверий, предрассудков, религиозных верований; показ научной несостоятельности идеалистического толкования научных достижений в физике.

Формирование у учащихся представлений о материальности мира. Философский материализм учит, что мир по природе своей материален, что в мире нет ничего, кроме движущейся материи.

Свойства материи многообразны, и, разумеется, они не могут быть раскрыты сразу. Их раскрывают на протяжении всего периода изучения физики и других предметов естественного цикла в школе.

Изучая строение вещества, учащиеся узнают, что все вещества состоят из мельчайших частиц — атомов и молекул, которые нельзя увидеть невооруженным глазом, но о сущест-

вовании и свойствах которых можно судить на основе повседневных наблюдений и опытов, демонстрируемых на уроке (гл. 16).

В связи с изучением свойств электрического поля в VII классе учитель разъясняет, что все существующее вокруг нас — физические тела, наша солнечная система, газовые и пылевые облака, находящиеся в космосе, бесконечное множество миров вселенной — все это материя. Науке известны два вида материи: вещество и поле. Тела, состоящие из вещества, человек может видеть, осязать. Мельчайшие частицы, из которых состоят тела, мы уже не видим невооруженным глазом, но можем судить об их существовании по другим воздействиям на наши органы чувств. Отдельные частицы, не видимые простым глазом, можно увидеть в микроскоп. Рассмотрение этих фактов позволяет показать учащимся, что о реальном существовании материи и ее разнообразных свойствах мы судим по ее воздействию на органы чувств и приборы. Это важный элемент в подготовке учащихся к изучению свойств нового для них вида материи — электрического поля.

Понятие об электрическом поле можно дать на основе опытов по взаимодействию наэлектризованных тел (гл. 23, *2*). При этом учитель обращает внимание на то, что тела непосредственно не соприкасаются, но взаимодействуют друг с другом. Это взаимодействие осуществляется посредством особого вида материи — электрического поля. Электрическое поле — качественно отличный от вещества вид материи. Оно связано с заряженными частицами (телами).

Понятие о магнитном поле учащиеся получают на основе демонстрации опыта Эрстеда и взаимодействия постоянных магнитов. На опытах по взаимодействию проводников с током они убеждаются, что магнитное поле связано с движущимися зарядами. Об этом свидетельствует и опыт Эрстеда.

Формирование у учащихся представлений о движении материи. Задача учителя физики заключается в том, чтобы постепенно, в процессе изучения разнообразных видов движения материи подвести учащихся к пониманию движения как неотъемлемого свойства материи.

В VI классе ученики знакомятся с простейшей формой движения материи — механическим перемещением тел (гл. 17, *1*). На основании анализа целого ряда фактов приходят к выводу, что все тела находятся в движении, что всякий наблюдаемый нами покой относителен. При изучении тепловых явлений выясняют особенности теплового движения (гл. 20). В VII классе, опираясь на знания учащихся по химии и понятие о тепловом движении, можно дать более широкое понятие о движении как об изменениях, происходящих с телами вообще.

В теме «Теплопередача и работа» на опытах с нагреванием тел при трении и ударе школьники впервые знакомятся с пре-

вращениями одного вида движения в другой — механического движения тел в беспорядочное тепловое движение частиц, их составляющих, и обратными превращениями (теплового движения в механическое).

При изучении электромагнитной индукции внимание учащихся обращают на взаимосвязь механического движения с движением электронов в проводнике и образованием в нем электрического поля.

Одно из основных положений диалектического материализма и современного естествознания состоит в утверждении вечности движения материи. Естественнонаучным выражением неуничтожимости движения служит закон сохранения и превращения энергии. Раскрытие сущности закона сохранения и превращения энергии имеет огромное значение для формирования научного мировоззрения учащихся.

Первоначальное понятие об энергии учащиеся получают в VI классе. Здесь рассматривают взаимные превращения кинетической и потенциальной энергии в механических процессах. В VII классе вводят понятие о внутренней энергии тел, знакомят со способами ее изменения.

При изучении электрических явлений рассматривают новые для учащихся превращения видов движения материи и соответствующие им превращения энергии. При этом во всех случаях обращают внимание на сохранение энергии в количественном отношении. Однако при изучении закона сохранения и превращения энергии следует иметь в виду не только количественную, но и качественную его сторону — способность движения (энергии) ко все новым и новым превращениям из одного вида в другой.

Показ взаимной связи и обусловленности явлений природы. Явления природы взаимно связаны и обусловливают друг друга. Эту взаимосвязь необходимо раскрывать перед учащимися при изучении всех естественнонаучных дисциплин. При обучении физике необходимо раскрывать перед школьниками взаимосвязь физических явлений, находить причины их возникновения и закономерности развития.

С задачей установления причинно-следственных связей учащиеся встречаются уже на первых уроках физики в VI классе. Например, анализируя опыты по растяжению пружины, прогибанию стальной линейки, они приходят к выводу, что причина деформации заключена во взаимодействии тел.

В связи с формированием понятия «сила тяжести» перед учащимися ставят вопросы: «Почему натягивается нить, когда к ней подвешено какое-нибудь тело?», «Почему тело, лишенное опоры, падает вертикально вниз?» Постановка вопросов побуждает школьников искать причину явлений. Выяснение причин возникновения явлений, условий, при которых они протекают,— необходимое требование к их изучению (гл. 11, *2*).

Для создания у учащихся отчетливых представлений о взаимосвязи явлений учителю необходимо акцентировать внимание на отыскании существенных связей между явлениями и причин, которыми они вызваны. Результаты будут более ощутимы, если учитель систематически предлагает самим учащимся выявлять такого рода связи с помощью наблюдений, опытов и рассуждений. Важное значение имеют также заключительные беседы после изучения каждого раздела, которые позволяют систематизировать ранее полученные знания о взаимосвязях и взаимообусловленности изученных явлений. Здесь представляется возможным показать не только взаимосвязь физических явлений, но также их связь с биологическими, химическими и другими явлениями, изучаемыми на уроках по другим предметам.

Иногда при изучении физических явлений и закономерностей школьники путают причину и следствие, например, говорят: «Атмосферное давление возросло, так как уровень ртути в барометре повысился» или «Так как сила тока стала больше, то напряжение на концах проводника увеличилось» и т. д. На ошибки такого рода в ответах учащихся учитель должен обращать серьезное внимание.

Ознакомление учащихся с переходом количественных изменений в изменения качественные. Задача учителя заключается в том, чтобы обратить внимание школьников как на количественные, так и на качественные изменения, происходящие с физическими телами, постепенно формируя убеждение в том, что в природе изменения количественные на известной стадии переходят в коренные качественные изменения. Это можно наглядно показать на примере перехода вещества из одного агрегатного состояния в другое (гл. 21, *1—2*).

Возможности курса физики первой ступени и познавательные способности учащихся VI—VII классов не позволяют более обстоятельно рассмотреть явления перехода количественных изменений в качественные. Полнее они будут изучены в курсе физики средней школы.

Раскрытие закона единства и борьбы противоположностей. Содержание курса физики первой ступени позволяет дать учащимся первоначальное представление о единстве противоположностей, о внутреннем противоречии явлений и предметов. Задача заключается в том, чтобы постепенно подвести школьников к выводу: борьба противоположностей — внутренний источник развития, «самодвижения», «развитие есть «борьба» противоположностей» [5, с. 317].

Раскрытие единства и борьбы противоположностей осуществляется на протяжении всего периода обучения физике. В VI классе при изучении молекулярного строения вещества учащиеся на основе опытов (гл. 16, *5*) убеждаются в том, что между молекулами действуют и силы отталкивания, и силы притяжения.

При изучении испарения внимание учащихся обращают на то, что наряду с испарением происходит противоположный процесс — конденсация пара. С этими двумя противоположными процессами связан, например, круговорот воды в природе.

При изучении вопросов истории развития науки и техники необходимо показывать учащимся, что оно также происходит в борьбе противоположных мнений и тенденций.

Показ объективного характера законов физики. Законы науки представляют собой отражение объективных законов природы и общества. Раскрытие объективного характера изучаемых законов, убеждение учащихся в возможности познания законов природы и достоверности наших знаний о них имеют важное значение в формировании научного мировоззрения учащихся.

Ученые открывают законы с помощью опытов и наблюдений. Справедливость законов проверяется практикой. Поэтому при изучении физических законов учитель обязан в максимальной мере привлекать эксперимент. В одних случаях на основе данных эксперимента формулируют закон. В других случаях эксперимент ставят с целью подтверждения справедливости выводов, полученных на основе теоретических рассуждений.

Показывая объективный характер физических законов, необходимо разъяснять учащимся, что справедливость их проверяется практикой. Важнейшая проверка открытых законов природы — использование их в производственной практике. Поэтому при изучении каждого физического закона необходимо показывать, как открытые учеными законы используют в производстве.

Формирование у учащихся убеждения в познаваемости законов природы. На протяжении всего курса физики на конкретных фактах учитель должен формировать у учащихся убеждение в том, что мир познаваем, что процесс познания идет по пути от менее полного знания к более полному.

Наблюдая опыты, демонстрируемые учителем, или ставя их самостоятельно, учащиеся познают на основе уже изученного новые и более сложные закономерности, устанавливают связи между ними, пытаются сами оказывать воздействие на ход явлений. Возможность управлять явлением, когда это нужно человеку, убедительно свидетельствует о познаваемости явлений природы, законов, которым они подчиняются.

Важно показать, что с развитием науки и техники человек познает самые удивительные и сокровенные тайны природы, ранее казавшиеся недосягаемыми или о существовании которых даже не подозревали.

Обобщая и анализируя факты на основе марксистско-ленинской методологии, учитель физики способствует формированию у учащихся диалектико-материалистического мировоззрения, имея в виду, что основные положения диалектического мате-

риализма будут раскрываться в курсе обществоведения в X классе. В процессе изучения физики VI—VII классов необходимо обеспечить накопление фактов, знание которых послужит основой для понимания важнейших положений материалистической диалектики и сущности диалектического метода познания. *Однако задача заключается не только в том, чтобы познакомить учащихся с диалектическим методом познания природы. Важно научить учащихся применять этот метод в учебном познании.*

2. НАУЧНО-АТЕИСТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ УЧАЩИХСЯ

Основная масса трудящихся нашей страны навсегда порвала с религией. Это произошло в результате глубоких общественно-экономических преобразований в стране, выдающихся успехов в развитии советской науки и техники, широкой пропаганды естественнонаучных знаний среди трудящихся. Однако некоторая часть населения, особенно преклонного возраста, остается еще религиозной. Под влияние религиозных элементов попадает иногда и учащаяся молодежь.

Религиозные пережитки еще держатся в семейном быту. Вред, наносимый религиозными суевериями и предрассудками воспитанию детей, очень велик. Дети, как правило, любознательны и восприимчивы. Религия направляет эту восприимчивость по ложному пути, внушая ребенку извращенные, нереальные представления о мире.

Дети обычно отличаются самостоятельностью, активностью, инициативностью, а религия прививает им слепую покорность и смирение, чувство постоянного страха перед сверхъестественными силами.

Известны факты влияния сектантов на молодежь и подростков. Сектанты отвлекают школьников от участия в работе комсомольской и пионерской организаций, в общественной жизни. Под страхом «наказания божьего» они запрещают посещение кино, театра, естественнонаучных лекций — всего, что могло бы раскрыть глаза на научную несостоятельность религиозных верований. Такая молодежь растет ограниченной. Она суеверна, живет в вечном страхе, пассивно наблюдает за всем происходящим и не может принимать активного участия в борьбе за построение коммунистического общества. Эта молодежь легко попадает под влияние чуждой нам идеологии.

Все изложенное выше приводит к выводу о необходимости постоянного внимания педагогических коллективов школ к вопросам научно-атеистического воспитания учащихся. Учителя физики должны быть на переднем крае антирелигиозной работы.

Пути и средства научно-атеистического воспитания учащихся на уроках физики. Решающее значение в научно-атеистиче-

ском воспитании учащихся имеет формирование у них диалектико-материалистического мировоззрения, о чем подробно говорилось в предыдущем разделе. Однако здесь необходима также специальная кропотливая работа с учащимися и родителями.

Научно-атеистическая пропаганда должна быть направлена на разоблачение основных религиозных догм, на показ их научной несостоятельности. В основе всех религий в различных вариациях лежат такие догмы, как: 1) признание божеств, сверхъестественных сил нематериального происхождения; 2) признание чудес; 3) признание всесильности бога и беспомощности человека перед ним; 4) утверждение невозможности познания мира, вселенной; 5) утверждение невозможности преобразования человеком природы, общества; 6) утверждение о вечности, неизменности всего, что создано богом.

Под влиянием развития науки и техники церковники пересматривают свои догматы, предпринимают попытки примирения науки с религией, пытаются «научно» обосновать основные догматы, в частности существование сверхъестественных сил.

Курс физики содержит богатейший материал для раскрытия научной несостоятельности религиозных догм. В этих целях учитель может использовать формирование основополагающих естественнонаучных понятий (материя, движение, вещество, поле, энергия), изучение основ молекулярно-кинетической теории строения вещества, а также многих явлений природы, с которыми у религиозных людей связан ряд предрассудков.

Во всей работе по научно-атеистическому воспитанию нужно проявлять большой педагогический такт, помня указания В. И. Ленина:

«Бороться с религиозными предрассудками надо чрезвычайно осторожно; много вреда приносят те, которые вносят в эту борьбу оскорбление религиозного чувства. Нужно бороться путем пропаганды, путем просвещения» [4, с. 186].

Важную роль в научно-атеистическом воспитании учащихся играет формирование у них представлений о материальности мира (гл. I, *1*).

Действенным средством атеистического воспитания служит научное объяснение таких явлений природы, как гром, молния, солнечное и лунное затмения, с которыми связан ряд религиозных суеверий. При объяснении сущности явлений с научной точки зрения учащиеся убеждаются в том, что ничего сверхъестественного в этих явлениях нет.

Это убеждение становится особенно сильным, если учитель сопровождает объяснения демонстрацией опытов. Маленькая молния, проскакивающая между кондукторами электрофорной машины, ассоциируется в сознании детей с молнией, которую они неоднократно наблюдали в природе, а сопровождающий ее характерный треск — с громом. Постепенно учащиеся прихо-

дят к выводу, что наблюдаемые в природе явления можно воспроизвести в искусственных условиях, если изучить законы, которым они подчиняются, и условия, при которых они протекают.

Научившись получать в искусственно созданных условиях наблюдаемые в природе явления, люди используют их в интересах общества или предупреждают их вредное действие. Чтобы школьники убедились в этом, необходимо изучение каждого явления сопровождать рассмотрением примеров его использования на практике и способов борьбы с ним, если оно может принести вред. Так, в связи с изучением природы молнии учащиеся знакомятся со средствами защиты от нее жилищ, технических сооружений.

При изучении многих вопросов курса физики VI—VII классов учитель может показать учащимся, как человек, вооруженный научными знаниями, изменяет по своей воле природу, климат, создает новые материалы с заданными свойствами. При рассмотрении сообщающихся сосудов на уроках следует рассказать о строительстве искусственных каналов и оросительных систем, которые помогают человеку предотвращать засуху, повышать урожайность, смягчать климат, изменять растительный и животный мир. При изучении молекулярного строения вещества школьникам полезно сообщить, что ученые, познав законы строения молекул, научились создавать такие вещества, каких нет в природе.

Ряд тем школьного курса физики VI—VII классов дает учителю возможность показать, что наука, а не слепая «вера» позволяет делать научные предвидения. Так, при введении понятия о температуре и ее значении в жизни человека можно сообщить о прогнозе погоды. Учитель должен разъяснять, что научное предвидение не имеет ничего общего с суеверными приметами и гаданиями.

Религия делит все на «земное» и «небесное». В процессе изучения физики представляется возможным показать единство материального мира, единство вселенной. В связи с изучением, например, атмосферного давления учащимся можно сообщить, что атмосфера есть не только на Земле, но и на других планетах солнечной системы, например на Марсе и Венере.

Важную роль в атеистическом воспитании учащихся играет разоблачение реакционной роли религии в развитии науки и техники. При изучении молекулярного строения вещества учащимся можно рассказать, что в ряде стран церковь долгое время запрещала распространение учения о молекулярном строении вещества под страхом смертной казни, потому что это учение находилось в противоречии с религиозным представлением о вселенной.

Сотни лет проповедники религии утверждали, что человек не может подняться на небо вопреки «воле божьей», что всякая

попытка сделать это будет дерзостью по отношению к богу и вызовет его гнев. Отважных смельчаков, пытающихся подняться к «звездам», церковь жестоко преследовала. Однако никакие гонения не смогли остановить развития научно-технической мысли. Опираясь на научные знания, человек осуществил запуск искусственных спутников Земли, создал искусственную планету, сфотографировал обратную сторону Луны и отдельные участки поверхности Венеры, совершил полет в космос, послал космические корабли на Венеру, Марс и Луну, сам побывал на поверхности Луны.

Большие возможности для научно-атеистического воспитания учащихся открывает внеклассная и внешкольная работа по физике (гл. 13). Физические вечера, научно-атеистический лекторий и другие формы внеклассной работы должны быть полнее использованы для антирелигиозной пропаганды.

Задача научно-атеистического воспитания учащихся не может быть успешно решена лишь в процессе преподавания физики. Она осуществляется всей системой обучения и воспитания в школе. Но систематическая работа учителя физики в этом направлении во многом способствует успешному решению этой важной задачи.

3. ИДЕЙНО-ПОЛИТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ УЧАЩИХСЯ

Идейно-политическое воспитание учащихся — неотъемлемая часть процесса обучения в советской школе. В основу всей работы школы по идейному воспитанию учащихся должны быть положены указания, сформулированные в Программе КПСС: «Партия считает главным в идеологической работе на современном этапе — воспитание всех трудящихся в духе высокой идейности и преданности коммунизму, коммунистического отношения к труду и общественному хозяйству, полное преодоление пережитков буржуазных взглядов и нравов, всестороннее, гармоническое развитие личности, создание подлинного богатства духовной культуры. Особое значение партия придает воспитанию подрастающего поколения» [9, с. 117].

В Уставе средней общеобразовательной школы в числе главных задач школы указаны формирование у молодого поколения марксистско-ленинского мировоззрения, воспитание чувства советского патриотизма — любви к Родине, своему народу, Коммунистической партии Советского Союза, готовности к защите социалистического Отечества [11]. Важное значение в настоящее время придается воспитанию у учащихся чувства социалистического патриотизма и пролетарского интернационализма, стремления к активной трудовой деятельности.

Рассмотрим основные пути осуществления идейно-политического воспитания учащихся в процессе обучения физике.

Раскрытие преимуществ социалистической системы хозяйства перед капиталистической. Показать преимущества социалистической системы хозяйства перед капиталистической представляется возможным при изучении целого ряда тем курса физики. Особенно ярко можно это сделать на уроках по теме «Электрификация СССР». Здесь полезно сообщить учащимся, что в нашей стране при строительстве крупнейших в мире гидроэлектростанций предусматривается одновременно решение целого ряда народнохозяйственных проблем: энергоснабжения, улучшения условий судоходства, орошения земель, водоснабжения, рыбоводства и др. Возможность концентрации материальных и технических средств, которую обеспечивает социалистическое плановое хозяйство, позволяет нашей стране возводить эти гигантские сооружения в рекордно короткие сроки.

Ярким проявлением преимущества социалистической системы хозяйства перед капиталистической является братское сотрудничество социалистических стран. Учитель физики может показать это учащимся на конкретных примерах. Так, в VII классе, при изучении теплоты, знакомя школьников с различными видами топлива и их ролью в народном хозяйстве, учитель может рассказать о нефтепроводе «Дружба», о его значении для развития экономики стран, через которые проходит нефтепровод. Сообщая учащимся VII класса о создании единой энергетической системы СССР, полезно рассказать, что она соединяется с энергосистемами братских социалистических стран.

При рассмотрении многих вопросов школьного курса физики учитель имеет возможность показать глубоко гуманный характер науки социалистических стран, ее служение народу.

Знакомя учащихся с механизацией работ в различных отраслях народного хозяйства, учитель имеет возможность сравнить значение механизации трудоемких работ у нас и в капиталистических странах. В социалистических странах механизация осуществляется с целью повышения производительности труда и облегчения труда рабочих. Экономические выгоды от механизации и автоматизации производственных процессов используются в интересах всего народа. В капиталистических странах автоматизация служит средством обогащения капиталистов и одной из причин безработицы.

Ознакомление учащихся с достижениями советской науки и техники. Показ учащимся достижений советской науки и техники, имеющий большое воспитательное значение, возможен при изучении всех разделов физики.

При изучении тепловых двигателей учащимся следует рассказать, что в Советском Союзе построена крупнейшая в мире паровая турбина мощностью 1 млн. 200 тыс. кВт. Значительным достижением советской техники является создание парогазовых установок, в которых рабочим телом служат продукты сгора-

ния топлива и водяной пар. К. п. д. таких установок 42% (на 8—10% выше к. п. д. обычных паросиловых установок).

В связи с изучением темы «Электрификация СССР» учащимся нужно рассказать, что в нашей стране созданы самые мощные в мире тепло- и гидроэлектростанции. Так, мощность Красноярской ГЭС составляет 6 млн. кВт. В нашей стране впервые в мире решена проблема передачи электроэнергии переменным током при напряжении 500 кВ и постоянным током при напряжении 1000 кВ. Поставлена задача сооружения линий для передачи электрической энергии на большие расстояния постоянным током при напряжении 1500 кВ и переменным током при напряжении 1150 кВ. Сооружение таких линий позволит с минимальными потерями передать электроэнергию из богатых топливными и гидравлическими ресурсами районов Сибири и Казахстана на Урал и в Центр страны. Ни одна страна мира не имеет высоковольтных линий такой протяженности.

В процессе ознакомления учащихся с достижениями физики и техники необходимо широко использовать местный материал, показывать, как в результате технического прогресса, теплофикации и электрификации изменяется облик родного села, города, края.

Ознакомление учащихся с Программой КПСС. На уроках физики предоставляется возможность для ознакомления школьников с Программой КПСС в органической связи с изучаемым материалом. Учащимся необходимо разъяснять, что одна из основных задач, поставленных в Программе КПСС,— создание материально-технической базы коммунизма. С путями решения этой задачи следует знакомить учащихся на протяжении всего курса физики. При этом особое внимание нужно уделить вопросам создания *энергетической базы*, комплексной механизации и автоматизации во всех отраслях народного хозяйства, внедрению новых технологических процессов, основанных на использовании новейших достижений науки и техники (электронная технология, обработка металлов высоким давлением и т. д.).

Вопросы создания энергетической базы рассматриваются на протяжении всего курса физики. Первоначальное понятие об энергетической базе может быть дано в VI классе в связи с введением понятия энергии и изучением энергии ветра и рек. При изучении раздела «Теплота» учащиеся VII класса узнают о той роли, которую играют газ, уголь и нефть в топливном балансе страны, о значении открытия все новых и новых месторождений этих видов топлива. На уроке по теме «Электрификация СССР» семиклассникам следует пояснить, что электрификация — это энергетическая основа создания материально-технической базы коммунизма. При этом необходимо добиться, чтобы учащиеся поняли, почему именно электрификация

является основным направлением в деле создания материально-технической базы. Они должны ясно представлять цели и пути электрификации, ее роль в дальнейшем техническом прогрессе, в деле дальнейшего повышения культуры быта и материального благосостояния народа.

4. ВОСПИТАНИЕ У УЧАЩИХСЯ КОММУНИСТИЧЕСКОГО ОТНОШЕНИЯ К ТРУДУ

Важнейшей задачей средней школы, призванной готовить учащихся к активному участию в коммунистическом строительстве, является воспитание у каждого школьника любви и уважения к общественно полезному труду. А это значит, *во-первых*, подготовить учащихся к труду морально, психологически, научить их уважать труд других и привить им желание самоотверженно выполнять самим как умственную, так и физическую работу. *Во-вторых*, вооружить учащихся необходимыми знаниями, умениями и навыками, а также воспитать трудолюбие, терпение и упорство, которые необходимы для выполнения всякой серьезной работы.

Курс физики первой ступени позволяет на многочисленных и ярких примерах показать роль труда в создании материальных и духовных ценностей общества. С первых же уроков физики нужно показывать учащимся, что в каждой вещи, в каждом приборе, физическом открытии или теории заложен труд многих людей. Этой цели могут служить принцип историзма при изложении учебного материала, освещение задач народнохозяйственных планов, образные описания труда ученых, рабочих и колхозников и особенно экскурсии на производство (гл. 10). Здесь учащиеся должны почувствовать напряженный деловой ритм работы и наглядно увидеть, через сколько рук нередко должна пройти самая простая на вид деталь, прежде чем найти свое применение. Во время экскурсий учащихся нужно познакомить с работой членов бригад коммунистического труда, для которых труд является не только средством существования, но и физической и духовной потребностью, формой участия в дальнейшем развитии общества.

Большое воспитательное значение имеет личный пример учителя, его добросовестное отношение к своему труду, что всегда чувствуют и высоко ценят учащиеся, во многом подражая ему.

Однако коммунистическое отношение к труду нельзя воспитать одними примерами и словесными методами, вне самого труда. Поэтому важнейшее значение имеет правильная и целенаправленная организация различных видов труда учащихся. К их числу относится прежде всего учебная деятельность и внеклассная общественно полезная работа учащихся.

Учение — нелегкий умственный труд. Первым условием воспитания прилежания и любви является понимание учащимися его цели. Поэтому при изучении любого материала нужно стараться показать его практическое применение в технике, сельском хозяйстве, на транспорте людьми самых различных специальностей, и особенно рационализаторами и изобретателями.

Важно научить учащихся применять свои знания уже во время обучения в школе, в повседневной жизни, в трудовой деятельности во время работы в мастерских и на пришкольном участке (гл. 3).

Учение должно быть активным мыслительным процессом, приносящим радость творческого труда. Зубрежка способна вызвать только отвращение к учебе.

Материал, подлежащий изучению, должен быть посилен для учащихся. В противном случае ученик неизбежно будет что-то недоучивать и вместо воспитания добросовестного отношения к труду невольно получит привычку недоделывать порученную ему работу или выполнять ее кое-как. У учащихся могут развиться и другие отрицательные черты: стремление обмануть старших, страх, всегда угнетающий человека и снижающий его работоспособность. Поэтому перегрузка учебного материала — это зло, дурные последствия которого мы еще не всегда осознаем в полной мере.

Однако материал не может быть чрезмерно легким, так как в этом заложена другая нежелательная крайность. Чрезмерная легкость в учении не способствует развитию воли, настойчивости и очень часто порождает леность в мышлении.

Велико значение контроля за работой учащихся — одного из средств повышения ответственности учащихся за свои знания перед коллективом (гл. 12).

Большое значение в трудовом воспитании имеют различные лабораторные работы по физике. Они вооружают учащихся практическими навыками и умениями (гл. 8, *1*), воспитывают бережное отношение к социалистической собственности, прививают им навыки культуры труда. Для этого необходимо, чтобы физический кабинет был примером чистоты и порядка. Хранение оборудования должно быть налажено так, чтобы казалась нелепой даже мысль поставить небрежно или не на место прибор, оставить неубранным стол.

Лабораторные работы необходимо тщательно готовить. Оборудование выдавать только исправное и требовать бережного обращения с ним. Во время работы нужно обращать самое пристальное внимание на поддержание порядка на рабочих местах, аккуратное расположение приборов, записей в тетрадях.

К выдаче и сбору оборудования и подготовке его к работе целесообразно привлекать самих учащихся. Причем это надо делать в виде поощрения, а не по приказу или, еще хуже, в наказание.

Наконец, большую роль в воспитании коммунистического отношения к труду должна играть внеклассная, особенно общественно полезная работа.

Общественно полезный характер может носить такая внеклассная работа, как оборудование кабинета, изготовление учебно-наглядных пособий для школы, электрификация и радиофикация школьного здания. Важным условием успеха в таких делах является понимание учениками цели работы и общественное признание значимости ее. Поэтому изготовленные приборы обязательно должны быть показаны остальным учащимся и практически использованы на уроках или представлены на выставку (гл. 13, *2* и *5*).

5. ПОЛИТЕХНИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ

Сущность и задачи политехнического обучения. Идея о политехническом обучении впервые была выдвинута и научно обоснована К. Марксом и Ф. Энгельсом. Под политехническим обучением К. Маркс понимал обучение, которое «знакомит с основными принципами всех процессов производства и одновременно дает ребенку или подростку навыки обращения с простейшими орудиями всех производств» [1, с. 198].

Идеи основоположников научного коммунизма о политехническом обучении были развиты в трудах В. И. Ленина. Разрабатывая вопрос о создании новой школы, Владимир Ильич указывал на необходимость проведения «бесплатного и обязательного общего и политехнического (знакомящего в теории и на практике со всеми главными отраслями производства) образования для всех детей обоего пола до 16-ти лет» [6, с. 96].

Большая заслуга в развитии идей политехнической школы принадлежит Н. К. Крупской. Раскрывая содержание политехнического обучения, Надежда Константиновна писала, что оно не сводится к многоремесленности или лишь к изучению наивысших форм техники. «Политехнизм — это целая система, в основе которой лежит изучение техники в различных ее формах, взятой в ее развитии и всех ее опосредствованиях... Политехнизм не есть какой-то особый предмет преподавания, он должен пропитывать собою все дисциплины, отразиться на подборе материала и в физике, и в химии, и в естествознании, и в обществоведении. Нужна взаимная увязка этих дисциплин и увязка их с практической деятельностью, и особенно увязка их с обучением труду» [8, с. 405—406].

Содержание политехнического обучения в школе постоянно совершенствуется. Оно зависит от развития науки и техники, промышленного и сельскохозяйственного производства. В наш век — век научно-технической революции наука стала непосредственной производительной силой общества. При этом неуклонно возрастает роль «прикладных» наук: технической

физики, прикладной биологии и т. д. В указанном направлении сейчас работает «более трех четвертей всех физиков и более половины представителей других естественных наук» [19]. Следовательно, и в преподавании физики, поскольку оно призвано знакомить учащихся с основами современной науки, нужно уделить должное внимание вопросам практического приложения физических знаний.

Задачей политехнического обучения на современном этапе является ознакомление учащихся с научными принципами современного производства, с применением на практике основных законов физики, химии, биологии и других наук, а также привитие навыков обращения с наиболее распространенными видами орудий труда, развитие творческого научно-технического мышления и общей трудовой культуры учащихся.

Политехническое обучение на первой ступени обучения осуществляется в процессе изучения основ наук, общетехнических предметов и занятий по труду. Связь изучения основ наук с общественно полезным трудом учащихся служит важнейшим средством политехнического обучения.

Роль курса физики в осуществлении политехнического обучения. Физика — научная основа техники. Поэтому физике как учебному предмету принадлежит ведущая роль в политехническом обучении. Содержание учебного предмета физики представляет большие возможности для ознакомления учащихся с физическими принципами главных отраслей производства, с технологией многих процессов и организацией труда.

В современных условиях можно выделить такие ведущие отрасли техники, использующие закономерности физики в качестве своей научной базы, как энергетика; машиностроение; контрольно-измерительная техника; техника устройств, регулирующих и направляющих производственные процессы (автоматика, радио, электроника, кибернетика); транспорт (автомобильный, воздушный, железнодорожный, водный, газо- и бензонефтепроводы); связь (телефон, телеграф, радио, телевидение).

К физике имеют непосредственное отношение также отдельные области технологии (механические, термические и электрические способы обработки металлов, обработка металлов давлением и с помощью различного рода излучений и др.).

Не следует также забывать об использовании физики в военном деле, специально выделяя время для рассмотрения военно-прикладных вопросов. Это имеет большое значение для военно-патриотического воспитания учащихся, подготовки их к защите Родины [17].

Курс физики имеет значительные возможности и для привития учащимся некоторых практических умений и навыков, поскольку на занятиях по физике учащиеся выполняют большое количество практических работ, в том числе работ с физико-техническим содержанием.

Принципы отбора технического материала для уроков физики. Отбирая технический материал, следует руководствоваться следующими принципами.

Технические сведения, доступные для усвоения учащимися, должны быть органически связаны с программным материалом, углублять и конкретизировать его, не нарушая систему и логику курса физики.

Технические сведения должны знакомить учащихся с главными отраслями современной техники, тенденциями ее развития, с сущностью наиболее важных технологических процессов, принципов действия приборов и установок.

Соответствующее место должен находить материал, знакомящий учащихся с предприятиями родного края, с окружающими школу заводами, фабриками. Использование краеведческого материала — одно из действенных средств связи обучения с жизнью.

Нужно использовать и окружающий учащихся «бытовой» материал. Наука и техника сейчас глубоко проникают в жизнь и быт каждой семьи. С радио, телевидением, различными электроприборами, видами транспорта и связи дети в той или иной мере знакомятся с первых дней своей жизни. Этот материал ближе, доступнее учащимся. Он, кроме того, приучает их «видеть физику вокруг нас», является одним из средств связи обучения с жизнью и развивает у учащихся любознательность и любовь к физике.

Пути и средства ознакомления учащихся с производственно-техническим материалом. 1. Объяснение учителем различных практических применений физических явлений и законов. Например, учитель поясняет, что архимедову силу учитывают при построении кораблей и некоторых летательных аппаратов (например, стратостатов, дирижаблей), в устройстве поплавковых уровнемеров или реле (гл. 18, *7*).

2. Демонстрация различных наглядных пособий, действующих моделей технических установок или же самих технических приборов и их деталей, например показ действия понтонов (см. рис. 18-35), схемы поплавкового реле (рис. 2-1).

3. Демонстрация кинофильмов физико-технического содержания, например: «Электростанции», «Электроэнергия в сельском хозяйстве», «Двигатель внутреннего сгорания».

4. Проведение производственных экскурсий (гл. 10).

5. Организация самостоятельных наблюдений учащимися физических процессов в школьных мастерских, в домашнем быту, на транспорте.

6. Решение задач с производственно-техническим содержанием.

7. Лабораторные работы учащихся по изучению физических приборов, технических устройств (например, водяных и воздушных насосов, гидравлических прессов, электромагнитного

реле) и свойств материалов (упругости, пластичности, электропроводности).

8. Организация внеклассного чтения учащимися научно-технической литературы. Чтение научно-технической литературы расширяет политехнический кругозор школьников, способствует выявлению их склонностей и интересов, оказывает помощь в выборе профессии.

Расширению политехнического кругозора учащихся способствует обращение к их личному жизненному опыту и знаниям, приобретенным из таких источников, как кино, радио, телевидение, научно-популярная литература, с целью установления связи изучаемого на уроках материала с жизнью, с техникой. Например, при изучении перехода механической энергии во внутреннюю учитель обращается к наблюдениям учащихся за нагреванием инструментов и обрабатываемых материалов на занятиях в учебных мастерских. При изучении инерции привлекают знания об использовании этого свойства тел на транспорте и в обыденной жизни.

Систематическое использование подобного приема на уроках способствует развитию наблюдательности учащихся, побуждает их больше читать, внимательнее слушать радио, смотреть и пытаться самостоятельно объяснять наблюдаемые явления и процессы, искать возможные пути управления ими.

Формирование у учащихся практических умений и навыков. На занятиях по физике учащиеся должны научиться измерять физические величины; собирать несложные установки для опытов; выполнять простейшие чертежи, эскизы и расчеты; использовать таблицы и справочную литературу; применять некоторые инструменты: отвертки, плоскогубцы, кусачки и т. д.

Одним из основных условий успешного формирования практических умений является понимание физической сущности операций, устройства и принципа действия приборов.

При формировании практических умений используют демонстрации приборов, инструктаж и показ действий, а также первоначальные практические упражнения. Заключительным этапом формирования многих практических умений служат упражнения учащихся на лабораторных занятиях.

При формировании навыков надо учитывать количество упражнений и их распределение во времени. Упражнения должны быть вначале непродолжительными, но частыми, а затем более длительными, но редкими.

Большую роль в приобретении умений и навыков играет их перенос из одной области деятельности в другую. Так, умения по определению цены деления масштабной линейки переносят на определение цены деления шкал других измерительных приборов. Важнейшим условием переноса служит понимание принципа действия и правил, которым эти действия подчиняются. На уроках физики ученики часто получают только первона-

чальные практические умения, так как выполняют недостаточное число упражнений, которые к тому же не всегда рационально распределены во времени. Например, большинство измерительных приборов за все годы обучения бывает в руках учащихся всего один-два раза. Значительное увеличение упражнений при работе с приборами на уроках физики может быть достигнуто за счет увеличения количества лабораторных работ (для этого нужно больше использовать кратковременные лабораторные работы, работы с раздаточным материалом, домашние экспериментальные задания, гл. 8), включения элементов специальных повторений в лабораторные работы, проверки умений и навыков учащихся во время лабораторных работ, при опросе у доски, применения приборов при решении экспериментальных задач, развития внеклассных занятий по физике, связанных с применением приборов, техническим моделированием и т. д.

Планируя повторение учебного материала по физике, необходимо также иметь в виду задачу дальнейшего развития умений и навыков.

Формирование измерительных умений и навыков. Измерительные навыки для физики так же специфичны, как вычислительные для математики, так как «основным методом физики как точной науки являются измерения» (БСЭ, т. 57).

Уже при помощи одних органов чувств, без каких-либо специальных приборов и приспособлений можно в ряде случаев составить некоторое представление о значении измеряемой величины. Из всех физических величин с помощью органов чувств наиболее точно можно произвести измерение длин. Именно этим обстоятельством и объясняется тот факт, что «измерение физических величин имеет в своей основе измерение длины; так, например, силу мы измеряем по удлинению пружины, температуру — по длине столбика ртути, угол — по длине дуги круга определенного радиуса»[1]. Из этого следует, что нужно уделять должное внимание измерениям длины, какими бы простыми они ни казались учителю.

При измерениях физических величин с помощью измерительных приборов в простейшем случае производят непосредственное сравнение значения величины с мерой этой величины, т. е. телом или устройством, которое представляет собой вещественное воспроизведение единицы измерения. Но чаще при измерениях используют приборы, устройство и действие которых основаны на использовании функциональной зависимости между рядом физических величин. В этих случаях с помощью прибора устанавливают связь между измеряемой величиной и перемещением указателя по шкале, делениям которой при гра-

---

[1] Курс физики, т. I, под ред. Н. Д. Папалекси. М., Гостехиздат, 1948, с. 12.

дуировке приписывают определенные числовые значения данной величины.

Непременным условием успешного формирования умений пользоваться измерительными приборами является понимание учениками их устройства и принципа действия. Применение прибора без должного соблюдения этого условия (например, электрического термометра в VII классе) может быть только вынужденным исключением, а не правилом.

Для формирования измерительных умений большое значение имеют показ правил пользования приборами и коллективные упражнения в отсчетах по демонстрационным шкалам с определением их цены деления.

После демонстраций, как правило, нужно обязательно проводить специальную практическую работу по изучению и применению измерительного прибора.

Так как выполнение измерений протекает по общей схеме, то полезно применение алгоритмических предписаний следующего вида:

«1. Прежде чем производить измерения, убедись, что предел измерения прибора соответствует максимально возможному значению измеряемой величины.

2. Определи цену деления шкалы прибора, убедись в ее соответствии требуемой точности измерения.

3. Правильно установи прибор для работы, учитывая его назначение и особенности конструкции.

4. При снятии показаний правильно располагай глаз по отношению к шкале и указателю прибора» [21, с. 59—60].

Большое значение для формирования навыков имеет знание учеником правильности своих действий. Поэтому учитель должен специально проверить каждого ученика, как он умеет измерять. Нужно также воспитывать у учащихся умения самим контролировать и проверять свои действия, самостоятельно выбирать нужные измерительные приборы и оценивать результаты измерений.

Для этих целей полезно использование серии таблиц по самоконтролю измерительных умений и навыков учащихся восьмилетней школы, разработанной А. З. Загайновым [18]. На таблицах изображены измерительные приборы с хорошо видимыми шкалами, по которым производят отсчеты показаний. В работе даны алгоритмические предписания по выполнению соответствующих операций.

О профориентации учащихся. Политехническое обучение — основа профориентации учащихся, которая на уроках физики может успешно проводиться, начиная уже с VI класса [27]. Одной из важных форм профессионального просвещения служат производственные экскурсии (гл. 10), на которых учащихся можно познакомить с трудом работников массовых профессий. В практику работы многих школ вошли специальные

«уроки-конференции» по профориентации учащихся [20], а также различные внеклассные мероприятия, преследующие эту же цель, например вечера встречи с передовиками производства (гл. 13).

Большая роль в подготовке учащихся к выбору профессии принадлежит организации детского технического творчества как в школе, так и в Домах пионеров, Дворцах и клубах промышленных предприятий (гл. 2, *6*). Новые возможности для профориентации открывают в настоящее время факультативные занятия по физике, которые начинаются с VII класса.

Все перечисленные формы работы помогают учащимся определить свои склонности и способности и на этой основе решить сложную проблему выбора будущей профессии.

Профессиональная ориентация молодежи в VI—VII классах приобретает в настоящее время особенно большое значение в связи с тем, что многие учащиеся по окончании восьмилетней школы продолжают образование в системе ПТУ и специальных средних учебных заведениях.

6. РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ И ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ

Развитие у учащихся творческих способностей — составная часть коммунистического воспитания. Творческие способности человека развиваются на основе высокоразвитого мышления, глубоких знаний в специальной области, практического опыта и интереса к делу. Развитие творческих способностей у школьников происходит на основе знаний, умений и навыков, приобретенных при изучении общеобразовательных дисциплин и в процессе трудового обучения, а также на основе их жизненного опыта.

Важным условием развития творческих способностей являются настойчивость и инициатива человека. Без настойчивости не может быть поисков. Без инициативы знания, умения и практический опыт человека остаются мертвым багажом. Необходимо развивать у школьников эти качества. На их основе успешнее будет вырабатываться творческое отношение к труду.

В дальнейшем, говоря о развитии у учащихся творческих способностей, будем иметь в виду развитие творческого отношения к труду вообще, развитие способностей к научным исследованиям и техническому творчеству.

Опыт учителей, организующих творческую работу учащихся на уроках, а также проводимые в этом направлении специальные исследования позволяют указать основные условия, необходимые для развития творческих способностей школьников, и рекомендовать оправдавшие себя на практике пути решения этой задачи. К ним можно отнести следующее:

применение в учебном процессе методов, содействующих развитию у учащихся логического мышления, инициативы, активности и самостоятельности. Особая роль в решении этой задачи принадлежит проблемному обучению (гл. 4, *2*);

включение элементов исследования в различные виды учебной деятельности учащихся;

приобщение к рационализаторству и изобретательству на уроках и внеклассных занятиях;

организация индивидуальных учебных заданий творческого характера.

Наряду с воспитанием творческого отношения к труду необходимо также развивать у школьников интерес к научным знаниям и способности к исследовательской работе.

Воспитание у учащихся интереса к научным знаниям и развитие способностей к исследовательскому, творческому труду. Чем раньше начнется процесс воспитания у учащихся интереса к научным знаниям и способностей к исследовательскому труду, тем раньше наша молодежь будет вступать на путь самостоятельной творческой, научной работы.

Разумеется, речь идет не о приобщении учащихся VI—VII классов к серьезным научным исследованиям, а о воспитании у них интереса к научным знаниям, о выявлении и развитии способностей к исследовательскому, творческому труду. Наблюдения показывают, что нередко интерес к той или иной области знания, желание самостоятельно что-то исследовать пробуждается у детей именно в этом возрасте. Задача школы — всемерно поддерживать и развивать этот пробуждающийся интерес.

В настоящее время можно указать *основные условия, необходимые для воспитания у учащихся интереса к научным знаниям и развития способностей к исследовательскому труду:*

повышение научного уровня преподавания предмета, усиление внимания к изучению физических теорий, широкое использование их для объяснения физических явлений и свойств тел;

ознакомление учащихся с методами, применяемыми в научных исследованиях по физике (теоретическое предвидение, разработка рабочей гипотезы, наблюдения, эксперимент, анализ экспериментальных фактов и выводы из них, проверка выводов на практике);

систематическое включение элементов исследования в учебный процесс по физике, в различные виды учебной деятельности учащихся, осуществление исследовательского подхода к изучению отдельных тем и вопросов школьного курса физики.

Рассмотрим возможные пути включения элементов исследования в учебный процесс по физике на примере выполнения учащимися лабораторной работы: «Изучение зависимости между силой тока в общей цепи и в ответвлениях при параллельном соединении проводников». Обычно эту работу ставят так, что

вначале с учениками рассматривают равенство $I_{общ}=I_1+I_2+I_3$, выражающее зависимость между силой тока в общей цепи и в ответвлениях, а затем рекомендуют проверить на опыте справедливость его. Некоторые учителя предлагают учащимся самим предсказать характер этой зависимости на основе аналогии с движением воды по трубам (ответвлениям и магистральной трубе). Предположение (гипотезу) о характере такой зависимости учащиеся могут сформулировать также, опираясь на знания о природе тока в металлах и жидкостях. Это предположение проверяется с помощью опытов. В данном случае учащиеся выступают в роли исследователей и выполняют работу с большим интересом.

Важное средство развития у учащихся творческого подхода к делу — решение задач, включающих элементы исследования. Особенно велико значение таких задач, при решении которых учащиеся находят рациональные методы расчетов и измерений, выясняют, при каких условиях работа технических установок или агрегатов машин будет наиболее эффективной.

Учитывая, что уровень подготовки и способности к исследовательской работе у разных учащихся одного и того же класса не одинаков, целесообразно давать творческие задачи разной степени трудности, с тем чтобы каждый мог выбрать задание, посильное для себя. Разумеется, учителю необходимо помочь сделать этот выбор, так как по формулировке задания ученику трудно определить степень трудности и объем предстоящей работы.

Например, при решении задач на закон Ома для участка цепи учащимся можно предложить следующие задания:

исследовать, изменяется ли сопротивление волоска спирали электрической лампочки при изменении яркости свечения;

используя закон Ома, проверить, правильно ли указана величина сопротивления в паспорте реостата.

Большие возможности в применении исследовательского подхода к изучению явлений открывает фронтальный исследовательский эксперимент учащихся. Короткие, 10—15-минутные экспериментально-исследовательские работы, выполняемые учащимися в процессе изучения нового материала, можно проводить значительно чаще, чем предусмотренные программой лабораторные работы (гл. 8).

На первых порах для выполнения фронтального исследовательского эксперимента и исследовательских лабораторных работ учащимися им дают необходимые для работы приборы и материалы, а по мере накопления у них исследовательских умений и навыков им самим предлагают подбирать необходимые для исследования приборы и материалы в соответствии с избранными способами решения поставленной проблемы.

Возможно включение элементов исследования и в домашние задания по физике. Особую ценность представляют те из

ких, исследование которых может быть выполнено различными способами.

Выполнение таких заданий позволяет учителю при их последующем обсуждении сопоставлять использованные учащимися приемы, раскрывать их достоинства и недостатки, что очень важно для развития мышления учащихся и выработки у них правильного подхода к выполнению исследования.

Особенно ценны задания, требующие применения знаний не только по физике, но и по другим предметам. Таковы, например, задания по изучению влияния физических факторов (света, температуры, электрического поля и т. п.) на развитие растений (гл. 3, *4*).

При всех достоинствах исследовательского метода он имеет один существенный недостаток: требуется слишком много времени для того, чтобы довести до учащихся все то, что они должны усвоить по предмету. Поэтому необходимо разумное сочетание этого метода с другими, например с объяснением учителя, с изучением нового учебного материала по учебнику.

Положительное влияние на развитие творческих способностей учащихся оказывает поощрение попыток со стороны учащихся отойти от шаблона в любом деле: в решении задач, в выполнении лабораторных работ и индивидуальных заданий.

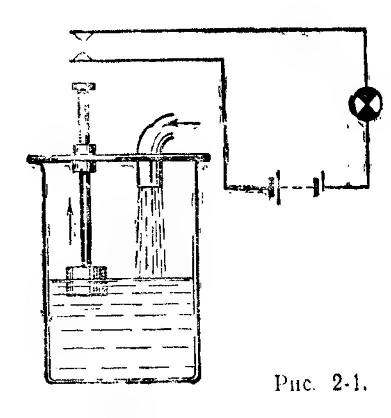
В целях воспитания у учащихся стремления к научным исследованиям необходимо использовать и ознакомление с деятельностью выдающихся ученых-физиков, чья жизнь является примером служения народу.

Развитие у учащихся способностей к техническому творчеству. На основе имеющегося опыта и специально выполненных исследований (В. Г. Разумовский, В. А. Тайницкий и др.) могут быть рекомендованы следующие пути решения этой задачи в процессе обучения физике.

Проведение практических работ по сборке, изготовлению и конструированию приборов. Здесь возможны такие задания:

сборка приборов из готовых деталей на уроках, например сборка подковообразного электромагнита, электромагнитного реле, электрического звонка, электромагнитного телеграфа и электромоторчика из деталей набора «Электроконструктор».

Домашние задания по изготовлению приборов, принципы действия которых были изучены на уроке. Начинать следует с заданий по изготовлению простейших приборов и затем постепенно переходить к более сложным. Так, в VII классе можно предложить изготовить поплавковое реле, модели ракет, реле с биметаллической пластинкой, электроскопы и другие приборы. При изготовлении таких приборов учащиеся проявляют творчество в поисках наиболее удачной конструкции прибора. При выполнении всей этой работы нужны консультации и другие формы оказания помощи учащимся со стороны учителя. Учащиеся теоретически должны быть подготовлены к выполне-


Рис. 2-1.

нию задания и ясно представлять назначение прибора. Задания должны быть посильны ученикам.

Выполнение заданий по внесению изменений в конструкцию прибора, принцип действия которого рассматривался на уроке, с учетом новых требований к нему. Такого рода задания практикуют еще сравнительно редко, но опыт их организации заслуживает всемерного распространения и внедрения в практику работы массовой школы. Таким заданием для учащихся VII класса может служить, например, следующее: при изучении последовательного соединения ученикам дают схему поплавкового реле (рис. 2-1), автоматически замыкающего цепь сигнальной лампы или электрического звонка при максимально допустимом уровне воды в резервуаре, и предлагают подумать над тем, какие изменения нужно внести в схему прибора, чтобы реле замыкало цепь сигнального устройства при минимально допустимом уровне воды. Задания такого типа можно давать учащимся на уроке с последующим обсуждением предложенных учащимися вариантов, а также для выполнения дома.

Полезно предлагать учащимся в качестве индивидуальных заданий изготовление действующих моделей на основе разработанных ими проектов приборов. Педагогическая ценность задания неизмеримо возрастет, если приборы, изготовленные учащимися, будут использованы в физическом кабинете для лабораторных работ и демонстрации опытов или на предприятиях, с которыми связана школа.

Ознакомление учащихся с историей выдающихся изобретений и открытий, с жизнью и деятельностью выдающихся изобретателей и ученых. Знакомясь, например, с жизнью и деятельностью основоположника учения о реактивном движении К. Э. Циолковского, создателя первого жидкостного реактивного двигателя Ф. А. Цандера и других замечательных ученых и изобретателей, учащиеся убеждаются, что научные открытия и изобретения не приходят сами по себе, что они результат большого, напряженного труда, требуют глубоких знаний, большой силы воли и настойчивости, а иногда и подлинного героизма.

Ознакомление учащихся с работой рационализаторов и изобретателей предприятия, с которым связана школа, организация встреч с ними. Встречи с изобретателями пробуждают у учащихся желание попробовать свои силы в изобретательстве. Они также убеждаются при этом еще раз, что никаких откры-

тий и изобретений не может быть без упорного труда и глубоких знаний.

Ознакомление с проблемами современной техники и перспективами ее развития. Изучая школьный курс физики, учащиеся иногда приходят к неверным представлениям о том, что все уже открыто и изобретено. Чтобы предупредить возникновение этих неверных представлений, нужно раскрывать задачи, которые предстоит решать ученым и изобретателям.

Привлечение учащихся к усовершенствованию школьных демонстрационных приборов, а также лабораторного оборудования.

Широкие возможности для развития технического творчества открывает внеклассная работа по физике (гл. 13).

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е. Т. 16.

2. Энгельс Ф. Анти-Дюринг. М., Политиздат, 1970.

3. Энгельс Ф. Диалектика природы. М., Политиздат, 1969.

4. Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т. 37.

5. Ленин В. И. Философские тетради. М., Политиздат, 1969.

6. Ленин В. И. Проект программы РКП (б). — Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т. 38.

7. Ленин В. И. О политехническом образовании. — Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т. 42.

8. Крупская Н. К. Избранные педагогические произведения. М., «Просвещение», 1965.

9. Программа Коммунистической партии Советского Союза. М., Политиздат, 1974.

10. Директивы XXV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы. М., Политиздат, 1976.

11. Устав средней общеобразовательной школы. —«Учительская газ.», 1970, 15 сент.

12. Ананьев Б. Г. Формирование одаренности. — В кн.: Склонности и одаренности. М., Изд-во АПН РСФСР, 1962.

13. Акопян Б. Г. Развитие исследовательских навыков у учащихся. — «Физика в школе», 1971, № 3.

14. Воспитание атеистов — важная задача школы. —«Физика в школе», 1975, № 4.

15. Делокаров К. Х. Об отражении философско-мировоззренческих проблем в курсе физики VI—X классов. —«Физика в школе», 1974, № 4.

16. Долгунов Б. С. Некоторые вопросы развития творческого мышления учащихся на уроках физики. —«Физика в школе», 1973, № 4.

17. Енохович А. С. Элементы военного дела в курсе физики VI—VII классов. —«Физика в школе», 1972, № 1 и 2.

18. Загайнов А. З. Серия таблиц по самоконтролю измерительных умений и навыков учащихся восьмилетней школы. —«Физика в школе», 1972, № 3.

19. Зубов В. Г. Всемерно совершенствовать систему политехнического образования и трудового воспитания школьников. —«Физика в школе», 1975, № 2.

20. Ланина И. Л. Уроки-конференции для профориентации учащихся. —«Физика в школе», 1974, № 4.

21. Лукьянов Ю. И. Применение алгоритмов при формировании измерительных навыков у учащихся восьмилетней школы. —«Физика в школе», 1969, № 2.

22. Малафеев Р. И. Творческие задачи по физике. М., «Просвещение», 1971.
23. Морозова Е. А. Формирование диалектико-материалистического мировоззрения учащихся. —«Физика в школе», 1975, № 1.
24. Обучая физике, воспитывать. —«Физика в школе», 1971, № 1.
25. Погонец Г. К. Атеистическое воспитание на уроках физики. — «Физика в школе», 1971, № 1.
26. Пологрудов В. А. О профессиональной ориентации школьников при обучении физике. —«Физика в школе», 1973, № 4.
27. Пятковская Н. А. Работа по профориентации учащихся в VI классе сельской школы. —«Физика в школе», 1974, № 2.
28. Совершенствовать политехническое обучение. —«Физика в школе», 1973, № 3.
29. Учитель — идейный наставник подрастающего поколения. —«Физика в школе», 1975, № 1.
30. Фабрикант В. А. О необходимости повышения престижа прикладных наук в глазах школьников. —«Физика в школе», 1972, № 5.

ГЛАВА 3

СВЯЗЬ КУРСА ФИЗИКИ С ДРУГИМИ ПРЕДМЕТАМИ

1. ЗНАЧЕНИЕ, ЗАДАЧИ И ФОРМЫ СВЯЗИ МЕЖДУ УЧЕБНЫМИ ПРЕДМЕТАМИ

Связь между учебными предметами является отражением связей между соответствующими науками, каждая из которых в своей области изучает единый объективно существующий материальный мир.

«Называя физику механикой молекул, химию — физикой атомов и далее биологию — химией белков, я желаю этим выразить переход одной из этих наук в другую,— следовательно, как существующую между ними связь, непрерывность, так и различие, дискретность обеих»,— писал Ф. Энгельс [1, с. 218].

Современный этап развития науки характеризуется все возрастающей связью и взаимопроникновением наук, и особенно связью математики и физики с другими отраслями знаний. Так, например, в последние годы возникла наука бионика, использующая данные физики, биологии, психологии, математики, радиоэлектроники и других наук для изучения живых организмов в целях решения инженерно-технических задач.

Необходимость связи между учебными предметами диктуется также дидактическими принципами обучения, задачами формирования диалектико-материалистического мировоззрения учащихся и коммунистического воспитания.

Межпредметные связи содействуют формированию у учащихся цельного представления о явлениях природы, помогают им использовать свои знания при изучении различных учебных предметов и в общественно полезном труде.

В. Н. Федорова и Д. М. Кирюшкин [9, с. 27—28] классифицируют межпредметные связи по временному признаку (хронологические) и по содержанию (информационные связи). Хронологические связи, в свою очередь, подразделяют на предшествующие, сопутствующие и перспективные, а информационные — на фактические, понятийные и теоретические.

Для курса физики из временных связей особенно важны предшествующие связи с курсами природоведения и математикой. В курсе VII класса в связи с изучением строения атома важное значение приобретают сопутствующие связи физики с химией.

Из информационных связей наибольшее значение имеют понятийные и теоретические.

На занятиях по физике изучают материал, имеющий большое значение для многих дисциплин, и особенно для химии и биологии, которые используют физические теории, законы и физические методы исследования явлений природы. На уроках физики учащиеся получают большое количество практических навыков и умений, необходимых в трудовой деятельности и при изучении других предметов. В равной мере межпредметные связи необходимы и для успешного изучения физики.

Успех в осуществлении межпредметных связей зависит от слаженной работы всего преподавательского коллектива, от единых требований и стиля преподавания различных предметов. В осуществлении межпредметных связей можно выделить следующие основные направления:

согласование во времени изучения различных дисциплин с таким расчетом, чтобы изучение одних предметов способствовало подготовке учащихся к познанию других;

преемственность в развитии у учащихся научных понятий и в выработке у них обобщенных умений и навыков;

осуществление единого подхода к формированию общих понятий, умений и навыков (гл. 11, *1*);

единство требований к усвоению знаний и овладению общими умениями и навыками;

широкое использование при изучении одного предмета знаний, умений и навыков, приобретаемых учащимися в процессе изучения других учебных дисциплин;

устранение дублирования при изучении одних и тех же вопросов на уроках смежных дисциплин;

показ общности методов исследования, применяемых в различных науках, и раскрытие их специфики;

раскрытие взаимосвязи явлений, изучаемых на уроках по различным предметам (физики, химии, биологии, географии и т. д.), показ единства материального мира.

Способы осуществления межпредметных связей в процессе изучения основ наук в школе разнообразны. На первом этапе изучения физики можно рекомендовать следующие способы:

обращение к знаниям, приобретенным учащимися ранее на уроках по другим предметам, в связи с изучением нового материала (например, обращение к знаниям о прямой и обратной пропорциональной зависимостях на уроках физики в VI классе при формировании понятия давления); решение задач, требующих от учащихся применения знаний, полученных при изучении других учебных дисциплин (например, химии и биологии);

выполнение экспериментальных работ, требующих комплексного применения знаний;

проведение экскурсий межпредметного характера (например, экскурсий в природу — по физике и биологии, экскурсии в электролитический цех завода — по физике и химии);

повторение обобщающего характера, при котором объединяются в одно целое знания, полученные по тем или иным вопросам при изучении различных предметов (например, обобщение знаний об энергии, полученных учащимися в процессе изучения физики, химии и биологии, в результате чего учащиеся приходят к более полному и глубокому пониманию закона сохранения и превращения энергии).

2. СВЯЗЬ КУРСА ФИЗИКИ С МАТЕМАТИКОЙ[1]

Современная физика развивается в тесной связи с математикой. Математика — это не только язык физики, «...это язык плюс рассуждения, это как бы язык и логика вместе»[2]. Математические методы широко используют в физике как для обработки опытного материала, так и для разработки теорий; они дают возможность глубже проникнуть в тайны природы. В свою очередь физика оказывает значительное влияние на развитие математики.

Естественно, что и в школьном преподавании существует тесная взаимосвязь курсов физики и математики. Формулируя требования к школьному курсу математики, академик А. Н. Колмогоров писал: «Надо стремиться к тому, чтобы в школьном преподавании достаточно часто обращение к физическим задачам открывало новые разделы математического курса, служа мотивировкой направления математических исследований»[3].

Межпредметная связь между школьными курсами физики и математики содержит большие возможности в деле повышения научного уровня преподавания каждой из этих дисциплин, поэтому взаимосвязь между ними необходима с самого начала их изучения.

---

[1] Раздел написан при участии В. А. Гусева и О. Д. Шебалина.
[2] Фейнман Р. Характер физических законов. М., 1968, с. 40.
[3] Колмогоров А. Н. Простоту — сложному. — Газ. «Известия», 1962, 31 декабря.

При этом важно стремиться к тому, чтобы одни и те же научные понятия, используемые в физике и математике, получали бы согласованную, взаимно дополняющую трактовку, как например понятия пути, расстояния и т. д.

Большое внимание нужно обращать также на внедрение в физику современного математического языка, в котором ведущую роль играют основные понятия и символы теории множеств.

Связь курса алгебры с курсом физики. В настоящее время в курсе алгебры учащиеся рано изучают функциональную зависимость между величинами и графики функций, знакомятся с теоретико-множественной трактовкой этих понятий. Все это имеет очень большое значение для курса физики, так как способствует получению своевременной подготовки, необходимой для изучения физики на достаточно высоком математическом уровне. В IV—V классах в курсе алгебры вводятся простейшие буквенные формулы, в V классе — отрицательные числа, а в связи с изучением координатной плоскости школьники знакомятся с построением графиков, и в частности графиков движения, температуры и др. К VI классу ученики уже умеют производить арифметические действия с целыми и дробными числами, имеют понятие об измерении величин, округлении чисел, находят среднее арифметическое значение, решают линейные уравнения и применяют метод составления уравнений для решения задач. В VI классе на уроках алгебры учащиеся получают понятие об уравнении с двумя переменными и знакомятся со способами решения систем линейных уравнений с двумя переменными (графический способ, способ сложения и подстановки). Здесь же вводится понятие коэффициента пропорциональности, пропорциональных и обратно пропорциональных переменных, раскрывается понятие функции и рассматриваются способы ее задания (табличный, графический, аналитический), изучаются функции вида: $y=kx$; $y=\frac{k}{x}$; $y=ax^2$; $y=ax+b$, строятся их графики.

В VII классе ученики получают понятие степени с целым отрицательным показателем, рассматривают примеры построения графика квадратного трехчлена по точкам, изучают приближенные вычисления, производят измерение площадей с оценкой точности результатов и т. д. Все это позволяет в курсе физики VI—VII классов на более высоком научном уровне рассматривать вопросы применения формул, более полно использовать графики и приближенные вычисления. Однако успешное решение этих вопросов во многом зависит от того, в какой мере осуществляется межпредметная связь между физикой и математикой и учитываются конкретные обстоятельства. Например, необходимо учитывать, что учащиеся VI класса еще недостаточно уверенно владеют вычислительными умениями и

навыками, а поэтому значительное время теряют при решении задач по физике. Учителю физики следует объединить свои усилия с учителями математики по формированию у шестиклассников прочных вычислительных умений и навыков. Для этого нужно взять за правило относиться самым внимательным образом к любым, в том числе и устным вычислениям, постоянно учить школьников наиболее рациональным решениям.

На уроках математики учащиеся получают некоторые умения по выполнению приближенных вычислений. Однако даже в VI классе у них в значительной степени проявляется полученная в начальных классах привычка производить все вычисления «точно». Нужны немалые совместные усилия учителей физики и математики, чтобы в конце концов выработать у учеников прочные навыки в приближенных вычислениях.

Выработанная на уроках математики привычка у школьников обозначать неизвестное через x, нередко вызывает у них затруднения при решении физических задач в общем виде. Поэтому нужно настоятельно рекомендовать учителям математики в уравнениях с числовыми коэффициентами обозначать неизвестные различными буквами и рассматривать одно и то же уравнение относительно различных параметров. В свою очередь учителя физики при решении первых физических уравнений должны достаточно подробно анализировать характер функциональной зависимости между величинами, входящими в уравнения, выяснять, к какому виду функций, изученных на уроках математики, они относятся.

Для шестиклассников непривычной на первых порах оказывается запись чисел с помощью степени числа 10, поэтому на уроках математики нужно обязательно предлагать решение задач такого типа: «Скорость света равна 300 000 км/с. Расстояние от Земли до Солнца составляет 150 000 000 км. Запишите численное значение этих величин, пользуясь степенью числа 10».

Несмотря на то что в алгебре значительное внимание уделяется выработке у школьников умения строить графики функций, уровень этих умений к началу изучения физики оказывается все-таки недостаточным. Учитывая это, учителям физики нужно полнее использовать возможности курса физики VI и VII классов для выработки у учеников прочных графических умений и навыков. Для этого начиная уже с VI класса надо чаще предлагать графические задачи.

При формировании у учащихся измерительных умений и навыков учителю физики необходимо учитывать, что уже в IV классе на уроках математики школьники получали первоначальные сведения об измерении длин, времени, температуры, массы, понятие о цене деления шкалы измерительного прибора, о скорости движения и изучали метрическую систему мер. В программе по математике вопросам изучения свойств неко-

торых величин и теории их измерения уделяется значительно больше внимания, чем в программе по физике. Расстояние, площадь, объем, величину угла традиционно считают математическими величинами, поскольку в математике изучают основные их свойства, там же разработана теория их измерения.

Массу, температуру и другие величины называют физическими, так как методы их измерения разработаны в физике. В научной, учебной и методической литературе имеются различные определения понятия физической величины. Однако для всех определений можно выделить два общих признака: 1) физическую величину понимают как количественную характеристику объекта изучения; 2) определение физической величины тесно связывают с возможностью ее измерения тем или иным способом.

В школьных курсах физики и математики можно встретить одни и те же неточности, связанные с неправильным употреблением принятых терминов. Например, словом «величина» нередко выражают размер и говорят: «величина скорости», «величина давления» и т. п. Это неточно, так как и скорость и давление — физические величины, а говорить о величине величины бессмысленно. Поэтому, вместо того чтобы говорить «большая или малая величина скорости», правильнее сказать «большая или малая скорость».

Существует путаница и в таких терминах, как значение величины и ее численное значение. Например, скорость тела 8 м/с, тогда 8 м/с — это значение физической величины, а число 8 — ее численное значение.

Нужно отметить, что слово «размер» раньше относилось только к длине. В настоящее время в соответствии с ГОСТом 16263—70 оно получило более широкое толкование. Размер величины и ее значение не одно и то же. Размер существует реально, независимо от того, знаем мы его или нет, а значение величины зависит от выбора единицы ее измерения. Например, автомобиль движется равномерно и прямолинейно со скоростью 72 км/ч. Если мы выразим скорость в метрах в секунду, то получим 20 м/с, т. е. значение величины изменилось, а размер ее при этом остался неизменным.

Важной формой связи физики и математики является решение математических задач с физическим содержанием. Полезны и такие задачи, которые решают как на уроках математики, так и на уроках физики (например, определение объемов тел, площадей фигур, построение графиков движения и т. д.).

Значительное внимание решению задач с физическим содержанием теперь уделяют на уроках алгебры в VI—VII классах. Здесь решают задачи на составление и применение формулы скорости, на расчет объема и массы тел, условия равновесия рычагов, количества теплоты, выделяемого при сгорании топлива, на определение температуры смеси из уравнения теплового

баланса, вычерчивают график изменения атмосферного давления в зависимости от высоты и др.

Содержание этих задач и методы их решения учителю математики необходимо согласовывать с учителем физики для выработки единого методического подхода и требований. При этом следует обратить особое внимание на выработку у учащихся умения выполнять операции с наименованиями единиц физических величин. Как на занятиях по физике, так и на уроках по математике нужно стремиться к единообразному определению математических и физических величин, одинаковым формулировкам правил, теорем, к единым требованиям в оформлении графического материала и записей и т. д.

Связь курса геометрии с курсом физики. Наиболее серьезные изменения в содержании школьного математического образования произошли в курсе геометрии, в частности в планиметрии. Это прежде всего теоретико-множественный подход к изучению геометрии, трактовка геометрической фигуры как множества точек.

В VI классе учащиеся уже знают, что при рассмотрении точки мы абстрагируемся от каких бы то ни было размеров. Например, в учебном пособии по геометрии в VI классе сказано: «Лишь представив себе тело, все размеры которого очень малы, и решившись совсем отвлечься от этих размеров, приходим к понятию геометрической точки»[1]. Несколькими строками, ниже указано, что «реальные тела не только имеют определенную форму и размеры, но и массу, могут быть сделаны из железа, из дерева и т. д.». Очевидно, как на уроке геометрии, так и на соответствующем уроке физики уместно, кроме понятия геометрической точки, ввести понятие и материальной точки. Важным является также понятие траектории, которую можно определить как линию, в каждой точке которой последовательно побывала движущаяся точка.

В геометрии и в других математических курсах оперируют понятием расстояния, которое в этих курсах не определяется. Понятие расстояния от точки A до точки B связано с длиной отрезка AB. Необходимо обратить внимание учащихся на различие понятий «расстояние» и «путь».

Весьма существенное влияние курс геометрии оказывает на курс физики через геометрическую и теоретико-множественную символику. Введение символики вызвано, прежде всего, введением в геометрию теоретико-множественного подхода. Так как каждая геометрическая фигура есть множество точек, то оперировать с этим множеством, не имея удобных обозначений для различных фигур, практически невозможно. Другим требованием к символике является желание четкого разграничения

[1] Колмогоров А. Н. и др. Геометрия. Учебное пособие для VI класса. М., 1975, с. 21.

фигур и соответствующих им величин. Ограничимся перечислением лишь тех математических обозначений, которые имеют применение в курсе физики VI—VII классов.

Геометрические фигуры	Величины
A, B, C — точки;	$\|AB\|$ — расстояние от точки A до точки B;
$a, b, c, (AB)$ — прямые;	$\widehat{ABC}$ — величина угла ABC;
(ABC) — плоскости;	$\breve{AC}$ — угловая величина дуги.
$[AB]$ — отрезок;	**Отношения**
$[AB)$ — луч;	$\cong$ — отношение конгруэнтности фигур;
$\angle AOB$ — угол;	$\backsim$ — отношение подобия.
$\smile CD$, $\smile COD$ — дуга окружности;	
окр. (O, R) — окружность с центром в точке O и радиусом R;	
круг (O, R) — круг с центром в точке O и радиусом R.	

Говоря о правилах использования этой символики, следует помнить, что в записи дублировать слова и обозначения нужно лишь в двух случаях: «расстояние AB» и «вектор a». В других случаях, например «прямая AB, луч AC» и т. д., дублировать слова и символику не следует. Указанные обозначения для геометрических фигур очень удобны при применении теоретико-множественной символики, например: $(AB)\cap[CD]=K$ — прямая AB пересекается с отрезком CD в точке K; $[AC)\subset a$ — луч AC принадлежит прямой a; $(AD)\subset(ACD)$ — прямая AD принадлежит плоскости ACD.

Введение указанной символики последовательно проводится во всем курсе математики. Необходимо ею пользоваться и в курсе физики для обозначения перечисленных выше понятий.

3. СВЯЗЬ КУРСА ФИЗИКИ С ХИМИЕЙ

Физика и химия часто взаимно дополняют друг друга, поскольку на уроках по этим предметам одни и те же явления и процессы рассматривают с разных сторон. Здесь в полную меру проявляются и фактические, и понятийные, и теоретические межпредметные связи. К числу важнейших, общих для физики и химии понятий относятся понятия вещества, массы, веса, энергии, а также закон сохранения и превращения энергии, электрических зарядов, электрического поля и т. д.

Важнейшие теоретические межпредметные связи физики и химии обусловлены изучением одних и тех же теорий: молекулярно-кинетической и электронной, теории строения атома и др.

Взаимосвязь преподавания физики и химии особенно необходима при изучении атомно-молекулярного строения вещества. Элементы атомно-молекулярной теории изучают на уроках физики в VI классе, что оказывает существенную помощь преподаванию химии. Понятие молекулы затем развивается на уроках химии в VII классе на основе понятий об атомах, химических элементах и валентности. Важное значение для развития понятий об атоме и молекуле имеет введение химических формул, изучение химических свойств веществ и химических реакций.

В течение первого месяца изучения химии учащиеся получают понятие о том, что химические реакции почти всегда сопровождаются либо выделением, либо поглощением теплоты. Примером реакции, идущей с выделением теплоты, служит горение. Эти знания, полученные на уроках химии, надо использовать на уроках физики при формировании понятия о внутренней энергии тела и способах ее изменения, а также при изучении тепловых двигателей.

Почти одновременно с изучением на уроках физики химических источников тока на уроках химии изучают взаимодействие цинка и других металлов с кислотами, рассматривают электрохимический ряд напряжений металлов. Поэтому, рассказывая об элементе Вольта можно не только сказать, что электролитом является серная кислота, но и написать ее формулу — H_2SO_4. Говоря о перекиси марганца как деполяризаторе в элементе Лекланше, можно пояснить, что выделяющийся при работе элемента водород вступает в реакцию $MnO_2+2H=MnO+H_2O$ и таким образом удаляется с анода.

Химическое действие тока (на примере разложения воды) на уроках химии изучают позже, чем на уроках физики, однако знания химии учащимися нужно использовать и в этом случае. В качестве примера химического действия тока на уроках физики обычно показывают электролиз раствора медного купороса $CuSO_4$ в воде. Учащимся можно пояснить, что при электролизе $CuSO_4$ носителями положительного электричества являются ионы двухвалентной меди Cu^{2+}, а отрицательного — ионы SO_4^{2-}.

Важные формы связи преподавания физики и химии — решение физико-химических или химико-физических задач, проведение комплексных экскурсий, совместных, например антирелигиозных, вечеров и вечеров занимательной физики и химии, организация физико-химических кружков, изготовление наглядных пособий, необходимых для изучения как физики, так и химии (приборы по электролизу и гальванизации, определению массы вещества в растворе в процентах по его удельному сопротивлению и т. д.).

Следует учитывать и использовать практические навыки, которые получают учащиеся на занятиях по химии: навыки об-

ращения с лабораторным оборудованием, измерений, выполнения расчетов, написания формул и др.

При этом нужно согласованное формирование практических навыков (например, взвешивание на весах), так как отсутствие единых требований и правил сказывается самым отрицательным образом на обучении учащихся.

4. СВЯЗЬ КУРСА ФИЗИКИ С БИОЛОГИЕЙ

Взаимосвязь физики и биологии давняя и плодотворная. Можно назвать немало выдающихся физиков, внесших свой вклад в развитие биологии, и естествоиспытателей, открывших фундаментальные физические законы. Это всемирно известные физики Гельмгольц, врач Майер, ботаник К. А. Тимирязев и др. П. Н. Лебедев, приветствуя К. А. Тимирязева в связи с его семидесятилетием, сказал ему: «Мы, физики, считаем Вас физиком!»

Связь физики с биологическими науками особенно расширилась в последние десятилетия, когда возникли такие науки, как биофизика, агрофизика, бионика и др. Эти межнаучные связи находят отражение в изучении соответствующих учебных дисциплин в средней школе [7; 10].

При изучении биологических дисциплин (ботаники и зоологии) учащиеся используют такие физические понятия, как теплота, температура, свет, влажность и др., знакомятся с проявлением свойств газов, жидкостей и твердых тел, получают первоначальные умения пользоваться весами, лупой, микроскопом и некоторыми другими приборами и инструментами.

Эти первоначальные понятия и умения нужно использовать при изучении физики. С другой стороны, в VI—VII классах преподаватели биологии должны в полную меру опираться на знания по физике, которые глубже помогают понять сущность сложных биологических явлений и найти пути не только их изучения, но и управления этими явлениями.

Методы изучения физических явлений живой природы в процессе преподавания физики могут быть самыми различными. Соответствующие сведения могут сообщаться учащимся в качестве иллюстративного материала. Так, при изучении молекулярно-кинетической теории строения вещества полезно рассказать о диффузии жидкостей и газов в природе, которая обнаруживается обонянием людей и животных.

При изучении электричества можно сообщить учащимся, что электрические заряды и электрическое поле играют большую роль в жизнедеятельности клеток. В невозбужденном состоянии клетки всегда заряжены снаружи положительно, а внутри отрицательно. Напряжение между внешней оболочкой и внутренними частями клетки составляет 0,05—0,1 В. Разность потенциалов возникает благодаря тому, что оболочка клетки

неодинаково поглощает и пропускает различные ионы. На образование разности потенциалов расходуется энергия, освобождающаяся при обмене веществ.

В живых организмах постоянно существуют биотоки. Правда, величина биотоков в растениях и животных невелика. Например, у мелких корней растений сила тока равна всего 0,01 мкА/мм^2.

С физическими свойствами биологических объектов, особенностями их строения или протекающими в них процессами можно познакомить учащихся с помощью демонстраций.

Ряд интересных сведений учащиеся могут получить при решении задач.

В организме человека происходит непрерывно окисление питательных веществ. «Горючим» являются прежде всего углеводы и жиры и в меньшей мере — белки. При окислении в организме 1 г белков и углеводов дает 17 Дж, а 1 г жиров — 38 Дж энергии. Сообщив эти данные, можно предложить учащимся следующую задачу. «Рассчитать калорийность суточного рациона для людей, выполняющих тяжелый физический труд (землекопы, лесорубы, шахтеры и т. д.), если они должны потреблять в среднем 163 г белков, 153 г жиров и 631 г углеводов».

Желательна постановка комплексных опытов и лабораторных работ по физике и биологии. В VI классе, например, полезно провести лабораторные работы по определению плотности и объемной массы различных сельскохозяйственных продуктов (овощей, плодов, зерна), по сравнению теплопроводности различных почв. По плотности картофеля судят о процентном содержании крахмала в клубнях и определяют хозяйственную годность данного сорта картофеля. Абсолютная масса зерна (масса 1000 зерен) позволяет рассчитывать нормы высева семян. Кроме того, она характеризует посевные качества семян. Такие лабораторные работы целесообразно ставить в конце учебного года при повторении материала.

Заслуживают всяческого поощрения опыты и наблюдения учащихся по агрофизике [7, гл. 6].

В настоящее время большое значение придается работе по охране природы, которая должна проводиться в соответствии с постановлением Верховного Совета СССР «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию ресурсов», а также в соответствии с инструктивно-методическим письмом Министерства просвещения СССР «Об усилении природоохранительной работы в общеобразовательной школе» от 7 августа 1972 г. [3]. Велика в этой работе роль физики как одной из важнейших учебных дисциплин о природе.

«В курсах физики и химии при ознакомлении учащихся с принципами производства раскрываются преимущественно экономический и оздоровительно-гигиенический аспекты в тесном

единстве с юридическо-правовыми вопросами охраны природы. Школьникам на конкретном материале разъясняется, что непременным условием всех современных технических процессов является экологичность производства. Под экологичностью производства понимается такая связь технологических процессов с внешней средой, которая бы исключила пагубное воздействие на биосферу» [3, с. 21].

На уроках физики в VI—VII классах вопросы охраны природы могут в доступной форме раскрываться при изучении многих тем. Так, в VI классе в теме «Давление жидкостей и газов», рассказывая о плотинах ГЭС, следует пояснить назначение рыбоподъемников. В VII классе при изучении тепловых явлений нужно рассказать о влиянии искусственных морей-водохранилищ на микроклимат, уровень грунтовых вод и т. д. Раздел «Электричество» дает возможность познакомить учащихся с устройством и назначением электрофильтров, устанавливаемых для очистки воздуха в метро, для улавливания частиц серы, содержащихся в дыме колчеданных печей медеплавильных заводов, и т. д. Желательно показать учащимся и действующую модель электрофильтра. Полезно рассказать о поисках экономически выгодных источников питания для двигателей электромобилей, не загрязняющих воздух вредными для здоровья выхлопными газами [2]. Одним из важнейших средств воспитания у учащихся любовного и бережного отношения к природе и убеждения в необходимости ее охраны являются экскурсии в природу (гл. 10), походы по родному краю, общественно полезная работа по озеленению, охране птиц и животных. Во всех этих мероприятиях физик в школе найдет свое место и как учитель, и как воспитатель-наставник молодежи.

5. СВЯЗЬ КУРСА ФИЗИКИ С ПРИРОДОВЕДЕНИЕМ И ГЕОГРАФИЕЙ

Учащиеся VI класса имеют некоторые сведения по физике из курса природоведения IV класса и курса географии V класса. На уроках природоведения в IV классе они узнают о трех состояниях вещества. Изучая свойства воздуха, ученики узнают, например, что газы обладают упругостью и плохо проводят тепло. Школьники изучают также расширение тел при нагревании, и на этой основе им объясняют устройство термометра и такие явления природы, как разрушение гранита, образование ветра и т. д. Узнают учащиеся о работе водяных двигателей (мельницы и гидротурбины), о свойствах магнита притягивать железные предметы и свойствах магнитной стрелки устанавливаться так, что один конец ее показывает на север.

При изучении географии в V классе учащиеся получают представление о движении, форме и размерах Земли, о строе-

нии атмосферы и способах измерения атмосферного давления с помощью ртутных и металлических барометров. У учеников закрепляются и углубляются знания о тепловом расширении тел, конвекции в воде и воздухе, о круговороте воды в природе, использовании человеком энергии рек и ветра и т. д.

Учет знаний, полученных учащимися в IV—V классах, позволит устранить дублирование в изучении некоторых вопросов и, главное, правильно использовать эти знания для углубленного изучения многих тем курса физики.

Учитель физики должен активно помогать учителям, преподающим природоведение в IV классе, в правильном раскрытии физического материала, в постановке соответствующего эксперимента, так как они часто не имеют для этого необходимой подготовки и оборудования.

6. СВЯЗЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ С ЗАНЯТИЯМИ В УЧЕБНЫХ МАСТЕРСКИХ

Связь изучения физики с трудом — необходимое условие политехнического обучения. Эта связь должна носить двусторонний характер: с одной стороны, использование в преподавании физики знаний и умений, приобретаемых учащимися в процессе трудового обучения, и, с другой стороны, использование знаний и навыков, приобретаемых на уроках физики, в процессе трудового обучения учащихся. Можно указать следующие пути использования на занятиях по физике знаний и опыта, которые получают учащиеся в учебных мастерских.

Обращение к опыту работы учащихся в учебных мастерских при изучении физических явлений, законов и их применений в технике.

Обращение к опыту работы учащихся в учебных мастерских может служить основой постановки проблемного вопроса. Например, изучение явления расширения тел при нагревании можно начать с постановки вопроса: «Почему детали, нагретые во время их обработки на металлорежущих станках, не замеряют до тех пор, пока они не охладятся?»

Организация индивидуальных заданий в мастерских по наблюдению за технологическими процессами, по изучению свойств обрабатываемых материалов. В VI классе можно дать, например, задания такого содержания.

1. Пронаблюдать применение рычагов в учебных мастерских, зарисовать инструменты, в которых их используют.

2. Какие виды движений вы наблюдаете при работе сверлильного станка?

Наряду с индивидуальными заданиями могут быть организованы коллективные наблюдения во время экскурсий в учебные мастерские и выполнение в процессе их проведения некоторых практических работ по измерениям. Экскурсии в учебные

мастерские можно провести, например, по темам: «Изучение различных видов механических движений», «Изучение простых механизмов», «Изучение различных видов трения и способов его увеличения и уменьшения».

Возможно также проведение лабораторных опытов на базе оборудования школьных мастерских.

Составление и решение задач по результатам измерений, выполняемых в учебных мастерских, например задачи на расчет средней мощности, которую развивает ученик при работе рубанком; выигрыша в силе, который получают при помощи гаечного ключа. Данные для задач такого рода следует постоянно накапливать, производя, если нужно, измерения и исследования в школьной мастерской.

7. СВЯЗЬ КУРСА ФИЗИКИ С ПРЕПОДАВАНИЕМ ГУМАНИТАРНЫХ ПРЕДМЕТОВ

Иногда ошибочно считают, что гуманитарные предметы не имеют прямого отношения к физике, и потому не уделяют связи с ними должного внимания. Между тем такие предметы, как история, литература, знакомят учащихся со многими вопросами общими и для физики, но освещают их с иных точек зрения.

На уроках истории к таким вопросам прежде всего относятся развитие орудий труда, процесс развития производительных сил и производственных отношений, развитие культуры, техники и науки (в том числе и физики), историческая характеристика эпохи и ее выдающихся деятелей, в том числе и ученых-физиков, возникновение религии как фантастического отражения в сознании людей окружающей их действительности и т. д.

Рассказывая учащимся о воззрениях древних атомистов и об Архимеде, надо опираться на знания, полученные учениками в V классе на уроках по истории древнего мира.

Большое внимание следует уделить сведениям о жизни и самоотверженной борьбе Галилео Галилея. Это поможет преподавателю истории более глубоко рассмотреть с учащимися раздел о культуре Европы конца XV — первой половины XVII в., из которого школьники узнают о расширении в эту эпоху географических знаний, знаний о вселенной и борьбе с церковью Джордано Бруно, Коперника и Галилея.

При изучении физики в VII классе для учащихся особое значение имеет материал по истории изобретения тепловых машин, на примере которого можно наглядно показать взаимное влияние вопросов производства на науку и достижений науки и техники на развитие производительных сил и производственных отношений. Здесь особенно необходима и возможна связь уроков физики и истории, на которых учащиеся получают сведения о промышленном перевороте в Англии, когда на сце-

ну вышел «его величество пар», и знакомятся с русской культурой, наукой и техникой середины и второй половины XVIII в., лучшими представителями которой были М. В. Ломоносов, И. И. Ползунов, И. П. Кулибин.

В VII классе учащиеся должны узнать о работах русских и зарубежных ученых и изобретателях, их открытиях и изобретениях, благодаря которым век пара сменился веком электричества. К ним относятся работы В. Франклина, Г. Рихмана и М. В. Ломоносова по изучению атмосферного электричества, Л. Гальвани, А. Вольта и В. В. Петрова — по исследованию химических источников тока, открытие электромагнитной индукции М. Фарадеем и, наконец, работы выдающихся ученых и изобретателей, заложивших основы электротехники: П. Н. Яблочкова, А. Н. Лодыгина, П. Л. Шиллинга, Б. С. Якоби, Э. Х. Ленца, М. О. Доливо-Добровольского, И. Ф. Усагина, Т. Эдисона.

Важные сведения на уроках физики в VII классе учащиеся должны получить о плане ГОЭЛРО, о выдающихся достижениях советской науки и техники, о развитии ленинских идей об электрификации страны. Наряду с перечисленными выше основными формами связи преподавания физики и истории могут быть рекомендованы следующие:

1. Изложение ряда тем курса физики в историческом плане (так можно изложить, например, материал об открытии атмосферного давления Торричелли).

2. Использование ярких исторических фактов, высказываний ученых. Например, при изучении архимедовой силы полезно рассказать учащимся о гибели Архимеда при осаде римлянами Сиракуз; рассказывая о работах Фарадея, привести слова Деви, который любил говорить, что самым замечательным его открытием было то, что он открыл Фарадея; привести слова А. С. Попова: «Я русский человек и все свои знания, весь свой труд, все свои достижения я имею право отдать только моей родине...»

3. Постановка опытов в том виде, который близок к их «классическому» оформлению (примером может служить опыт с магдебургскими полушариями, подвешенными на раме и нагруженными гирями).

4. Решение задач с историческим содержанием (примером такой задачи является известная задача о короне царя Гиерона).

5. Использование картин, фотографий, диапозитивов и кинофрагментов исторического содержания

Связь с литературой на занятиях по физике выражается прежде всего в использовании примеров из художественной и научно-популярной литературы или фольклора, образно описывающих то или иное физическое явление, историческую обстановку, образ ученого и т. п.

Интересен прием, заключающийся в том, что с точки зрения физики оценивают и разбирают научную достоверность и правильность описания в литературе тех или иных физических явлений. Соответствующие примеры можно найти в «Занимательной физике» Я. Перельмана и в книге К. Н. Власовой «Мир научной фантастики на уроках физики».

ЛИТЕРАТУРА

1. Энгельс Ф. Диалектика природы. М., Политиздат, 1969.
2. Захлебнов А. Н., Степанов А. И. Охрана природы и школьный курс физики. — «Физика в школе», 1973, № 5.
3. Инструктивно-методическое письмо Министерства просвещения СССР «Об усилении природоохранительной работы в общеобразовательной школе» от 7 августа 1972 года (Сборник приказов и инструкций Министерства просвещения РСФСР № 34. Декабрь, 1972).
4. Ильченко В. Р. Формирование у школьников целостного представления о явлениях природы в процессе взаимосвязанного изучения курсов физики и химии. —«Физика в школе», 1973, № 5.
5. Резников Л. И. Связь курса физики с математикой. —«Физика в школе», 1970, № 5.
6. Тимошенко М. З. Межпредметные связи физики и физической географии. —«Физика в школе», 1971, № 1.
7. Усова А. В., Антропова Н. С. Связь преподавания физики в школе с сельскохозяйственным производством. Изд. 2-е. М., «Просвещение», 1976.
8. Усова А. В. Некоторые вопросы взаимосвязи преподавания физики и математики. —«Математика в школе», 1970, № 2.
9. Федорова В. Н., Кирюшкин Д. М. Межпредметные связи. М., «Педагогика», 1972.
10. Царев Ю. С. Вопросы бионики на уроках физики. —«Народное образование», 1969, № 10.



ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

ГЛАВА 4

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

1. ПРИМЕНЕНИЕ МАРКСИСТСКО-ЛЕНИНСКОЙ ТЕОРИИ ПОЗНАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ПО ФИЗИКЕ

Сущность процесса познания, его ступени и формы, в которых совершается отражение действительности в сознании человека, раскрыты В. И. Лениным в его известной формуле: «От живого созерцания к абстрактному мышлению *и от него к практике* — таков диалектический путь познания *истины*, познания объективной реальности» [1, с. 152—153].

В учебном процессе, как и в научном познании, следует исходить из этого ленинского положения. Это означает, что при изучении физических явлений необходимо опираться на чувственное восприятие учащихся. Практически достигают этого постановкой демонстрационного эксперимента и лабораторно-практических работ, проведением экскурсий, организацией наблюдений учащихся в окружающей жизни.

Под живым созерцанием надо понимать то, что учащиеся непосредственно воспринимают на уроках, в общественно полезном труде, на занятиях в учебных мастерских, на учебно-опытном участке, в обыденной жизни.

На основе чувственного восприятия осуществляется абстрактное мышление. Анализируя и сравнивая отдельные наблюдаемые факты, сформированные ранее понятия и сложившиеся представления, учащиеся приходят к новым для них обобщениям, выводам и предположениям. Обобщения выражаются в форме правил (например, правила левой и правой руки), физических законов (закон Паскаля, Ома и др.) и понятий (сила, масса, давление и т. д.). Предположения (гипотезы) проверяют экспериментом, учебной практикой.

Практика часто служит основой для постановки новой проблемы, а также средством разрешения ее (гл. 4, *2*). Под практикой в учебном процессе следует понимать показ учащимся

применений изучаемых явлений и законов в практической деятельности человека, экспериментальную проверку физических законов, опытное подтверждение выводов, полученных путем теоретических рассуждений, объяснение тех или иных явлений и свойств тел на основе полученных теоретических знаний. Решение задач и другие виды учебной деятельности, в процессе которых учащиеся учатся применять теоретические знания, также следует рассматривать как практику в учебном познании. Важным видом практики является участие школьников в общественно полезном труде, работа, включающая элементы исследования и творчества. Применение знаний на практике имеет огромное значение для выявления и формирования интересов, склонностей и способностей учащихся.

Таким образом, *практика в учебном процессе по физике выступает и как критерий истинности полученных знаний, и как источник новых знаний, и как средство подготовки учащихся к активному творческому труду.*

В курсе физики VI—VII классов изучение явлений осуществляют как с качественной, так и с количественной стороны. Качественное изучение явлений и свойств тел дополняют измерениями и расчетами, т. е. установлением количественных соотношений. Для этого проводят различного рода лабораторно-практические работы, которые играют огромную роль в развитии органов чувств учащихся.

В процессе преподавания физики большое значение имеет воспитание у школьников наблюдательности. Научить учащихся внимательно наблюдать явления, делать выводы и проверять результаты дальнейшими наблюдениями и опытами — одна из важнейших задач преподавания физики в VI—VII классах.

Наблюдение должно быть целенаправленным, только тогда оно способствует развитию мышления. С целью выработки у учеников наблюдательности необходимо систематически их в этом упражнять. Организуя фронтальный эксперимент, показывая опыты, проводя экскурсии, учитель должен ставить перед учащимися определенную цель, например: «пронаблюдать, как изменяются линейные размеры тел при нагревании», «пронаблюдать, как взаимодействуют между собой заряженные тела, и сделать выводы».

Упражнение и развитие органов чувств, воспитание культуры наблюдений в сочетании с мыслительной деятельностью имеют важное значение не только для правильного усвоения отдельных фактов и явлений, но и для развития интеллекта и познавательных способностей школьников.

Итак, *овладение новыми знаниями в учебном процессе по физике* в основном складывается из следующих элементов: *получение фактов* для осмысливания (запас накопленных учащимися до обучения наблюдений, представлений, опытных данных, полученных путем лабораторного и демонстрационного

эксперимента, и т. п.); *анализ фактов, выводы, обобщения, экспериментальная проверка выводов, упражнения* (решение задач, лабораторные, графические и другие работы) с целью закрепления и углубления полученных знаний и приобретения умений применять их на практике; *применение и углубление полученных знаний в процессе изучения нового материала.*

Основной формой умозаключений, применяемых здесь, является *индукция*. Однако в процессе обучения, как и в процессе научного познания, наряду с индукцией нужно использовать и *дедукцию*: исходя из общих теоретических представлений, высказывать те или иные предположения и выводы, осуществлять своего рода научное предвидение. В этом случае опытное исследование явится не начальным, а последующим звеном в познании. Эксперимент будет ставиться с целью проверки сделанных выводов.

2. ПРОБЛЕМНОСТЬ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ[1]

В основе проблемного обучения лежит учебная проблема, сущность которой — диалектическое противоречие между известными ученику знаниями, умениями и навыками и новыми фактами, явлениями, для понимания и объяснения которых прежних знаний недостаточно. Это противоречие служит движущей силой творческого усвоения знаний.

Проблемное обучение, как и вообще обучение,— двусторонний процесс. Оно включает, с одной стороны, проблемное преподавание (сфера деятельности учителя), с другой стороны, проблемное учение (сфера деятельности учащегося).

П р о б л е м н о е п р е п о д а в а н и е — это деятельность учителя по постановке учебных проблем и созданию проблемных ситуаций, управлению учебной деятельностью учащихся в решении учебных проблем.

П р о б л е м н о е у ч е н и е — это особым образом организованная деятельность учащихся по усвоению знаний, в ходе которой они участвуют в поисках решения выдвинутых перед ними проблем.

Организация проблемного обучения имеет важное значение для развития мышления школьников, ибо «начало мышления»— в проблемной ситуации.

Проблемное обучение предполагает организацию поисковой деятельности учащихся, овладение знаниями на основе активной умственной деятельности по решению задач проблемного характера, а также овладение методами добывания знаний.

Для осуществления проблемного обучения необходимы следующие условия:

---

[1] Данный раздел написан при участии В. В. Завьялова.

наличие в учебном материале задач, вопросов, заданий, которые могут быть проблемами для учащихся;

умение учителя создавать проблемную ситуацию;

постепенное планомерное развитие у учащихся умений и навыков выявлять и формулировать проблему и самостоятельно находить способы ее решения;

специальная система подготовки учителя к уроку, направленная на выделение в учебном материале проблемных вопросов.

Для такой подготовки учебного материала учитель должен его проанализировать с разных точек зрения: научной (вычленение основных понятий, их взаимосвязи), психологической (предвидение реакции класса и отдельных учащихся на выдвижение проблем), логической (последовательность постановки вопросов, задач, заданий, системы их сочетания), дидактической (выбор необходимых приемов и методов создания проблемных ситуаций).

Осуществление проблемного обучения требует не только особой организации деятельности учителя, но и особой организации деятельности учащихся [9; 10].

Действия ученика при создании учителем проблемной ситуации проходят в следующей логической последовательности:

анализ проблемной ситуации;

формулировка (постановка) проблемы или осознание и принятие формулировки учителя;

решение проблемы: выдвижение предположений; обоснование гипотезы (обоснованный выбор одного из предположений в качестве вероятного пути решения проблемы); доказательство гипотезы (теоретическое или экспериментальное); проверка правильности решения.

В зависимости от степени сложности проблемы, индивидуальных особенностей и уровня развития мышления ученик может «перескакивать» через отдельные этапы. Например, уяснив суть поставленной учителем проблемы, он может путем догадки сразу дать верный способ решения.

Проблемное обучение на уроке может проходить на различных уровнях. Учитель может сам сформулировать и решить проблему или сообщить, каким образом данная проблема была решена в науке. Учитель может создать проблемную ситуацию и вовлечь учащихся в совместный поиск ее решения. Возможен путь самостоятельного решения учащимися сформулированной учителем проблемы. Можно предложить ученикам самостоятельно сформулировать проблему и искать пути ее решения.

Возможно несколько способов выдвижения проблем в учебном познании. Рассмотрим некоторые из них.

1. *Выдвижение проблемы в связи с изучением новых явлений установлением новых экспериментальных фактов, не укладывающихся в рамки прежних представлений (или теорий).*

Например, в VII классе при изучении электрических явлений у учащихся продолжительное время — на протяжении ряда уроков — формируют представление о том, что для возникновения тока необходим источник тока (гальванический элемент). Повторив условия существования тока, учитель предлагает их вниманию опыт с движением проводника в магнитном поле, показывающий, что можно получить ток в проводнике и без известных им источников тока (гальванических элементов и аккумуляторов). Возникает проблемный вопрос: «Почему это происходит?»

Выдвижение проблемы в данном случае осуществляется с целью повышения интереса учащихся к объяснению учителя и активизации их мышления в процессе восприятия нового материала.

2. *Выдвижение проблемы на основе демонстрации опыта при изучении явления, которое может быть объяснено учащимися на основе ранее полученных знаний* (гл. 6, 2).

3. *Выдвижение проблемы в связи с поисками нового метода измерения физической величины,* например: «Как определить массу деревянного шарика, имея в распоряжении только мензурку с водой?»

Учащиеся до сих пор определяли массу с помощью рычажных весов, а учитель предлагает им решить эту задачу с помощью мензурки, которую до сих пор они использовали только для измерения объема тел.

4. *Постановка вопроса, требующего установления связи между явлениями или величинами, характеризующими явление.* Например, введя понятие о сопротивлении проводника, учитель обращается к классу с вопросом: «От чего зависит сопротивление проводника?» Вопрос он ставит для того, чтобы ученики высказали свои предположения и поставили соответствующий эксперимент.

5. *Постановка проблемного вопроса с целью привлечения имеющихся у учащихся знаний к решению задач практического характера,* например: «Что надо сделать, чтобы охладить молоко летом, не имея холодильника?» Проблема поставлена. Ученикам предлагают самим найти способ ее решения, используя ранее приобретенные знания.

3. ПСИХОЛОГО-ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ У УЧАЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ

Формирование у школьников системы научных понятий — один из важных элементов вооружения их системой научных знаний. Каждый учебный предмет включает систему взаимосвязанных научных понятий, от усвоения которых учащимися зависит качество их знаний по предмету в целом.

Содержанием школьного курса физики является изучение физических свойств вещества и физических полей, физических форм движения материи и их разнообразных проявлений. Все это охватывается системой понятий — понятий о явлениях (например, кипение, испарение), свойствах вещества (например, текучесть, упругость, пластичность), физических полей (электрического, магнитного, гравитационного) и о физических величинах (скорость, масса, сила тока и др.).

Без усвоения понятий не может быть сознательного усвоения законов и теорий, поскольку они выражают связь между понятиями.

Понятие *есть знание существенных свойств сторон предметов и явлений окружающей действительности, существенных связей и отношений между ними.* В то же время понятие — одна из форм мышления, и выступает оно как средство познания.

Понятие — это одна из высших форм мышления, форм отражения материальной действительности. «Понятия,— подчеркивал В. И. Ленин,— высший продукт мозга, высшего продукта материи» [1, с. 149].

Рассмотрим особенности образования понятий у учащихся.

В процессе обучения постепенно раскрывается содержание уже принятых на «вооружение» науки понятий, широко используемых в научных исследованиях и в практической деятельности людей.

Овладение понятием связано с активной мыслительной деятельностью учащихся, с выполнением таких умственных операций, как анализ и синтез, сравнение и сопоставление, абстрагирование и обобщение, поэтому формирование понятий имеет важное значение для развития мышления учащихся.

Источниками формирования физических понятий служат жизненный опыт школьников, изучение учебного материала курса физики и других учебных дисциплин, чтение научно-популярной литературы, просмотр научно-популярных фильмов, прослушивание передач по радио и телевидению и т. п. Все эти факторы необходимо учитывать при целенаправленном формировании понятий.

Учащиеся не сразу овладевают понятием, а постепенно усваивают его содержание, объем, связи и отношения с другими понятиями. В процессе изучения того или иного учебного предмета у школьников вначале формируются отдельные понятия, а затем системы понятий (понятий определенной темы или раздела курса). Усвоение понятия одной системы осуществляется через их связь с понятиями других систем. Так, при формировании понятия теплового движения учитель опирается на понятие механического движения и вместе с тем показывает, что тепловое движение не сводится к механическому (гл. 20, *1*).

Усвоение понятий данной науки происходит успешнее, если осуществляется их связь с понятиями других наук (гл. 3).

Одновременно с процессом формирования новых происходит углубление ранее сформированных понятий, при этом раскрываются все новые и новые их стороны, связи и отношения, уточняются границы применения. Этот процесс называется *конкретизацией* понятий.

В процессе формирования понятий важное значение имеет их *определение*.

В определении указывают существенные отличительные признаки предметов и явлений, которые отражают данное понятие. Наиболее распространен способ определения понятий через указание ближайшего рода и видового отличия, например «Равномерное движение есть движение с постоянной скоростью». Здесь родовое понятие — движение, видовой признак — постоянная скорость.

Правильные определения помогают употреблять понятия в точном смысле, в соответствии с их содержанием. Они устраняют путаницу в понятиях, помогают учащимся правильно ими оперировать.

Однако определения понятий всегда приблизительны, относительны и не исчерпывают предмета полностью. В. И. Ленин, анализируя определения научных понятий, подчеркивал, что они «никогда не могут охватить всесторонних связей явления в его полном развитии» [2, с. 386].

Для сложных понятий одного определения иногда оказывается недостаточно. Различные определения понятия дополняют друг друга. Все они правильны, но исчерпывают какую-нибудь одну или несколько сторон явлений.

Несмотря на важность определения понятий, учителю нужно помнить, что не все понятия можно определить, особенно на первом этапе изучения физики (в VI—VII классах), когда круг знаний учащихся недостаточен для осмысливания определений. Так, в VI классе рассматривают понятие массы. Уровень знаний учащихся VI класса оказывается недостаточным для того, чтобы понять смысл общего определения этого понятия. В таких случаях вместо определения только поясняют или описывают некоторые признаки понятия. Иногда допускают неполные определения, которые на следующих этапах изучения курса уточняют и дополняют.

Образование понятий у учащихся может осуществляться различными способами. Способы формирования понятия зависят от его содержания, общего развития учеников, их предшествующего опыта и знаний. В одних случаях формирование понятий начинают с анализа фактов и явлений, известных учащимся из их повседневного опыта. Так, например, поступают при образовании понятий силы, давления, механической работы, мощности. При образовании понятий, не имеющих аналогов в жизненном опыте учащихся, необходима организация целенаправленных наблюдений за явлением. Так поступают,

например, при формировании понятий о диффузии, конвекции, излучении.

При образовании сложных понятий, например понятий электрического заряда, силы тока, напряжения, одних наблюдений недостаточно. В таких случаях необходима постановка опытов с последующим их теоретическим анализом.

Все указанные способы начинаются с чувственно-конкретного восприятия учащимися; при этом в изучаемых предметах и явлениях выделяют существенные признаки, отбрасывают несущественные. Так происходит *абстрагирование*. Этот процесс обычно завершается словесным определением понятия.

Второй этап в формировании понятия — движение от абстрактного к конкретному. При этом обогащают содержание понятия, уточняют его объем, полнее раскрывают связи и отношения с другими понятиями. Так, при образовании понятия «сопротивление проводника» после определения сопротивления устанавливают его зависимость от материала, длины и площади поперечного сечения проводника. Затем вводят единицу сопротивления, понятие об удельном сопротивлении. Учащиеся знакомятся с удельным сопротивлением различных металлов, имеющих большое удельное сопротивление. Далее они знакомятся с природой сопротивления на основе электронных представлений.

Однако при образовании ряда понятий опора на конкретно-чувственное восприятие в узком смысле понимания этого слова невозможна. Таковы, например, понятия атома, электрона, протона, нейтрона. В таких случаях понятия формируют иным путем. Начинают с постановки проблемы и описания классических опытов, анализ результатов которых привел в науке к образованию новых понятий. При этом в ряде случаев на первом этапе изучения сами опыты не рассматривают, а знакомят учащихся лишь с результатами опытов и выводами из них.

На втором этапе изучения физики формирование многих общих понятий может быть начато с определений (например, определения материи, движения, энергии). Но это не означает, что в образовании этих понятий совсем отсутствует этап конкретно-чувственного восприятия. Этот этап был пройден при изучении физики в VI—VII классах. Данные конкретно-чувственного восприятия к моменту образования обобщающих понятий уже переработаны в сознании учащихся и обобщены. Так, при формировании обобщенного понятия движения опираются на знания учащихся о различных видах движений — механического, теплового, электрического. На основе анализа особенностей различных видов движения, изучаемых в курсах физики, химии, биологии, формируют более общее понятие движения как изменения вообще, как способа существования материи.

В качестве основных критериев, по которым можно судить об усвоении учащимися понятий, могут быть выделены следующие [12, с. 117]:

знание существенных признаков понятия, выраженное в его определении или в перечислении известных учащемуся признаков;

умение отделить существенные признаки от несущественных;

умение отграничить данное понятие от других, сходных по каким-либо признакам понятий;

знание существенных связей и отношений данного понятия с другими;

умение применять понятие в решении различного рода познавательных и практических задач;

степень обобщенности понятия.

В зависимости от того, в какой мере усвоение понятия удовлетворяет указанным выше критериям, различают четыре уровня усвоения [4; 11]. *Первый уровень* характеризуется диффузно-рассеянным представлением о предмете или явлении. Ученик может отличить один предмет от другого, но признаки указать не может. *Для второго уровня* усвоения характерно то, то ученик указывает признаки понятия, не различая существенные признаки от несущественных. *На третьем уровне* ученик усвоил все существенные признаки, но понятие еще сковано единичными образами, оно не обобщено. *Четвертый уровень* характеризуется тем, что понятие обобщено, усвоены существенные связи данного понятия с другими; ученик свободно оперирует понятием в решении различного рода задач.

В усвоении понятий учащимися установлены типичные ошибки и причины их возникновения [4; 8; 11]. Одна из них — *первоначальная генерализация* — характеризуется недостаточно полным анализом изучаемых явлений и выделением признаков или свойств, не существенных для научных понятий, но приобретающих сигнальное значение для учащихся в их жизненной практике или в процессе обучения.

Вторая типичная ошибка, наблюдаемая на начальном этапе формирования понятия,— *внутрипонятийная генерализация* — заключается в том, что из всего комплекса признаков выделяют лишь некоторые, что приводит к установлению неправильного соотношения между отдельными признаками понятия. Например, при изучении взаимодействия между молекулами многие учащиеся усваивают только притяжение, а отталкивание проходит «мимо их сознания», вследствие чего они не могут объяснить ряд явлений. Происходит это потому, что при изучении свойств молекул действие сил притяжения показывают на целом ряде опытов, а проявление действия сил отталкивания, как правило, не демонстрируют.

Третья ошибка в усвоении понятий получила название *межпонятийной генерализации.* Она проявляется в неправомерно

широком влиянии одного понятия (усвоенного верно) на другие.

Более «сильными» признаками понятий, вызывающими генерализацию, оказываются следующие: чувственно-воспринимаемые или представляемые учеником; признаки, которые ассоциировались у школьников с представлениями, сформированными в их повседневном житейском опыте; внешние ярко выраженные признаки, значимость которых недостаточно осмыслена учащимися. Это может произойти, например, в результате недостаточно продуманной учителем методики демонстрации опытов и использования наглядных пособий.

В усвоении физических понятий школьниками наблюдаются также следующие недостатки:

учащиеся оперируют терминами, обозначающими понятия, а раскрыть содержание понятий, указать их существенные признаки, отделить существенные признаки от несущественных не могут;

путают видовые признаки понятий, принадлежащих к общему роду; например, путают признаки внутренней энергии с признаками механической энергии, признаки кинетической энергии с признаками потенциальной энергии;

плохо усваивают связи и отношения между понятиями (прежде всего отношения подчинения и соподчинения);

не умеют классифицировать понятия, проявляют полную беспомощность в выборе существенных признаков, которые можно было бы положить в основу классификации.

К серьезным недостаткам в усвоении понятий иногда приводит неправильное сочетание в процессе их формирования наглядно-образного, словесно-теоретического и практически-действенного компонентов мышления. Если в процессе формирования чрезмерно большое внимание уделяют чувственно-конкретному восприятию (демонстрации опытов, наглядных пособий) и недооценивают роль словесно-теоретического обобщения, понятие оказывается «скованным» отдельными конкретными образами, оно не обобщается; если переоценивают роль словесно-теоретических обобщений и недооценивают при этом значение чувственно-конкретного восприятия и практически-действенного мышления, понятие остается на уровне абстрактного, у учеников не вырабатывается умение оперировать понятием в решении различного рода задач.

В усвоении понятий большую роль играют упражнения, активизирующие внимание и мышление учащихся, их познавательную деятельность. Без активной познавательной деятельности понятие не может быть усвоено школьниками. *Необходима организация активной познавательной деятельности учащихся на всех этапах овладения понятиями.* В решении этой задачи важную роль играют такие виды работ, как выделение существенных признаков понятия, уточнение признаков его,

сравнение и сопоставление признаков вновь формируемого понятия с признаками ранее усвоенных, установление связей и отношений данного понятия с другими, классификация понятия и его применение.

Исключение хотя бы одного вида работ приводит к определенным дефектам в усвоении понятий.

Важную роль в формировании понятий играет создание проблемной ситуации (гл. 4, *2*), в результате которой учащиеся приходят к выводу о недостаточности имеющихся у них знаний для объяснения новых фактов (явлений). Создание проблемной ситуации повышает эмоциональный настрой школьников, их интерес к изучению нового, активизирует их мышление, внимание и, в конечном итоге, обеспечивает более высокий уровень усвоения понятия.

Успех работы учителя по формированию понятий во многом зависит от того, как он представляет содержание формируемого понятия и «верхний уровень», до которого оно должно быть сформировано у школьников к моменту окончания средней школы.

Готовясь к формированию у школьников нового понятия, учитель должен основательно познакомиться с его интерпретацией в современной научной и учебной литературе. Это позволит ему избежать ошибок в раскрытии содержания и объема понятия.

В целях повышения эффективности процесса усвоения учащимися понятий целесообразно знакомить их с описанными в литературе [13] и проверенными на практике общими приемами умственной деятельности по овладению понятиями (о явлениях, величинах, приборах и т. д.). В качестве такого приема может быть рекомендовано использование планов обобщенного характера, выполняющих роль алгоритмических предписаний. Примерами таких планов являются: план изучения физических явлений, физических величин (гл. 11, *2*). Указанные планы могут быть использованы также учителем для контроля за своей деятельностью по формированию у учеников понятий и для контроля за качеством усвоения этих понятий школьниками. А учащимися они могут быть использованы для самоконтроля.

4. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ

Физические теории представляют собой совокупность идей, возникших в результате научного обобщения знаний о физических явлениях. Знание физических теорий дает возможность объяснить известные явления и предвидеть их развитие при изменении условий.

Изучение физических теорий способствует выработке у учащихся научного мышления, вооружению их знанием причинно-

следственных связей, существующих в природе между отдельными физическими явлениями.

Программой по физике в VI—VII классах предусмотрено изучение основ молекулярно-кинетической теории строения вещества, электронной теории и теории строения атома.

Рассмотрим основные принципы, которыми следует руководствоваться при изучении элементов физических теорий в VI—VII классах. Сведения, излагаемые учащимся при изучении той или иной теории, должны соответствовать идеям, которые приняты современной наукой. Недопустимо, чтобы упрощения и аналогии, используемые при изучении теорий, вызванные возрастными особенностями учащихся, вели к необходимости в последующем учебном процессе переучивать учеников. В дальнейшем должно происходить лишь уточнение и углубление знаний, полученных на первой ступени обучения.

Каждое теоретическое положение по возможности нужно основывать на анализе и обобщении опытных фактов, полученных учащимися с помощью физического эксперимента или наблюдений физических явлений в окружающей жизни.

К усвоению теорий учащимися VI—VII классов должны быть предъявлены следующие требования: знание основных положений теории; знание экспериментальных фактов, подтверждающих справедливость теории, и фактов, послуживших основанием для разработки ее; знание круга явлений, объясняемых данной теорией; умение применить теорию на практике для объяснения наблюдаемых явлений и предсказания некоторых явлений.

Существо рассмотренного подхода к изучению теорий можно проследить на примере изучения элементов молекулярно-кинетической теории (гл. 16) и элементов электронной теории (гл. 23).

Знание физических теорий, умение их использовать при объяснении физических явлений помогает учащимся самостоятельно находить правильное, материалистическое объяснение явлений, с которыми они встречаются в повседневной жизни и на производстве.

5. ДИДАКТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

В организации учебного процесса, в выборе методов обучения учитель физики руководствуется дидактическими принципами, представляющими собой общеметодические положения, выработанные на основе длительной практики учебно-воспитательной работы школ. Они содержат указания о том, как должен действовать учитель, чтобы обеспечить в преподавании своего предмета наиболее успешное решение образовательных и воспитательных задач. Для советской школы особенно важное значение в настоящий период имеют следующие дидактиче-

ские принципы: *принцип единства обучения, воспитания и развития; принцип научности и систематичности, сознательности и творческой активности учащихся в обучении; принцип наглядности, прочности усвоения знаний, умений и навыков; принцип дифференцированного подхода к учащимся в условиях коллективной работы класса; принцип обучения на высоком уровне трудностей, принцип развивающего обучения* [7].

Указанные принципы отражают закономерности учебно-воспитательного процесса и вытекают из них. Они находятся в соответствии с марксистско-ленинской теорией познания, общепедагогическими и физиолого-психологическими основами обучения.

Принципы обучения взаимосвязаны и взаимообусловлены. Так, принцип сознательности тесно связан с принципами научности и систематичности. Без систематичности и научности в обучении не может быть сознательности в усвоении материала. Сознательному усвоению материала в свою очередь способствует осуществление принципа наглядности в обучении.

Знание дидактических принципов необходимо, но еще недостаточно для успешной организации учебного процесса. Учителю следует еще знать, как применять каждый из принципов в определенных условиях: в зависимости от возраста учащихся, от характера учебного материала, от определенной учебной задачи и других факторов.

Рассмотрим применение некоторых дидактических принципов в учебном процессе по физике.

Принцип научности и систематичности. Принцип научности предполагает, что содержание учебного материала находится в соответствии с состоянием современных знаний, а методы его изучения — в соответствии с марксистско-ленинской теорией познания (гл. 4, *1*). Например, при изучении изменений агрегатного состояния нужно выявить, при каких условиях они происходят, и объяснить причины этих изменений на основе молекулярно-кинетических представлений и понятия о внутренней энергии.

Принцип научности предполагает единство теории и практики. В преподавании физики выражением этого единства является ознакомление учащихся с применением физических явлений и законов в технике. Например, перед изучением раздела «Электричество» в VII классе во вступительной беседе следует раскрыть роль электричества в современной жизни, значение для практики изучения природы электрических явлений и законов, которым они подчиняются, а после изучения законов электрического тока рассмотреть их применение на практике.

В осуществлении принципа научности важную роль играет ознакомление школьников с историей развития физики. Это позволяет дать учащимся понятие о непрерывном развитии науки, о том, что всякий закон, гипотеза или теория представ-

ляет собой только известный этап на пути наших знаний о природе.

Научность и глубина преподавания курса физики в значительной мере определяются и тем, насколько полно и правильно учитель пользуется математическим аппаратом для выражения законов или для вывода следствий из общих положений. Здесь нельзя допускать крайностей, помня, что за математическими выводами и формулами не должна скрываться физическая сущность.

Систематичность в обучении достигается таким построением курса, при котором весь программный материал изучают в определенной последовательности, соответствующей внутренней логике науки физики, так что изучение каждого факта опирается на знания ранее изученного и в то же время готовит почву для изучения нового.

Принцип систематичности предполагает формирование у школьников системы научных понятий (знаний), умений и навыков. Этот принцип лежит в основе построения программ учебников и учебных пособий в советской средней школе. Он определяет систему работы учителя и деятельности учащихся в процессе обучения.

Систематизация играет важную роль в развитии мышления учащихся. Знания и умения только тогда являются действенным аппаратом мышления, когда в сознании учащихся они организованы в системы взаимосвязанных понятий. Систематизация позволяет более продуктивно использовать память, так как освобождает от необходимости запоминать материал как сумму частных сведений и фактов за счет группировки их в более крупные единицы (в более крупные блоки информации), которые легче удержать в сознании и воспроизвести их в нужных случаях. Систематизация не только упорядочивает знания человека, но вместе с тем служит источником новых знаний.

Из рассмотренного выше становится очевидной необходимость целенаправленной деятельности учителей всех учебных дисциплин по систематизации знаний учащихся. Важную роль в систематизации знаний учащихся играет изучение теорий, позволяющих объяснить широкий круг явлений с единой научной точки зрения, и также классификация объектов по группам на основе установления сходства и различия между ними.

Учебные программы создают условия для систематизации знаний учащихся, но одни они еще не обеспечивают полного решения этой проблемы. Для этого еще необходимо использование учителем различных приемов (способов) систематизации материала и ознакомление с ними учащихся с тем, чтобы они сознательно их применяли в процессе учебного познания [15].

Принцип наглядности. Применение наглядности в обучении имеет целью обеспечить «живое созерцание» как первый этап в познании учащимися физических явлений.

Осуществление принципа наглядности способствует сознательному и более прочному усвоению материала, развитию внимания, памяти, эстетического вкуса, выработке практических навыков. Под наглядностью следует понимать чувственное восприятие вообще. Применение наглядности в сочетании со словом учителя приводит к действию первую и вторую сигнальные системы, что способствует более прочному усвоению материала.

Наглядности в преподавании физики достигают демонстрацией опытов и действующих технических моделей (гл. 6), постановкой лабораторных работ (гл. 8), использованием различных наглядных пособий (гл. 7). Важное значение имеет также выполнение учителем рисунков и графиков на доске, работа учащихся с раздаточным материалом (гл. 11). При восприятии опытов учащиеся пользуются зрительными и слуховыми ощущениями, а во время практических работ и другими чувствами (осязание, обоняние, мускульно-двигательные ощущения), в результате чего восприятие становится более полным и глубоким.

В настоящее время необычайно быстро растет объем и содержание научных знаний. В связи с этим встает вопрос об ускорении учебного процесса. Новые требования предъявляются и к средствам наглядности. Они должны включать новейшие технические средства в целях повышения эффективности процесса обучения (гл. 7, *5*). Необходимо широко использовать различного рода датчики, усилители, преобразователи, которые позволяют «увидеть», «осязать» и «обонять» то, что непосредственно не воспринимается органами чувств человека. На первой ступени изучения физики могут быть применены датчики давления (см. рис. 18-30, 18-31), температуры (см. рис. 20-3), тока, напряжения. Следует также иметь в виду значение указанных наглядных средств для ознакомления учащихся с методами, применяемыми в научных исследованиях по физике и в современном производстве.

Принцип сознательности и активности. Принцип сознательности и активности предполагает такой процесс обучения, когда учащийся усваивает необходимые знания и навыки сознательно и глубоко в результате активной учебной деятельности.

Для обеспечения сознательного и активного усвоения материала важно единство мышления и действия, неразрывная связь умственной работы и практической деятельности учащихся. Этому способствует интерес учащихся к изучаемому материалу, устойчивое внимание к объяснениям учителя и ответам товарищей, убежденность в практическом значении знаний и чувство ответственности за свою работу.

В зависимости от учебных задач на уроках физики применяют различные методы и приемы, обеспечивающие активность и сознательность в обучении. При изучении нового материала этой цели служат образный рассказ учителя, демонстрация

опытов, применение метода эвристической беседы, фронтальный эксперимент учащихся, самостоятельная работа учащихся с учебником. При проверке знаний, навыков и умений с целью активизации внимания и мышления учащихся применяют фронтальный опрос, решение экспериментальных задач, особенно включающих элементы исследования.

Во время упражнений активизации мысли и действия школьников достигают с помощью постановки перед ними вопросов, требующих сравнения изучаемого явления или свойства с другими, ранее изученными, выявления существенных отличий между ними и общих черт, решения задач с производственно-техническим содержанием, выполнения заданий практического характера, в которых предполагают «проверить», «измерить», работы с таблицами, графиками, кинематическими схемами и раздаточным материалом.

Интерес к предмету определяется целым рядом факторов: содержанием программ, качеством учебника, методами обучения, индивидуальными особенностями учащихся, личными качествами учителя. Следует различать кратковременные и устойчивые интересы учащихся. Кратковременный интерес вызвать у учащихся нетрудно. Он достигается показом эффектно поставленных опытов, демонстрацией кинофильмов, красочно оформленных наглядных пособий. Но перед учителем стоит более сложная задача — развивать у учащихся устойчивый интерес к изучаемому предмету. Этого достигают высоким качеством преподавания, всей системой работы учителя, применением разнообразных творческих работ (гл. 2, *6*), включением в учебный процесс элементов исследования и другими приемами.

Принцип прочности усвоения знаний. Прочное усвоение знаний и навыков составляет одну из важнейших задач обучения. В основе принципа прочности лежит требование глубокого и осознанного усвоения знаний, овладения умениями и навыками.

Усвоить знания — значит сделать их своим достоянием, уметь использовать их в дальнейшей учебе и общественно полезном труде. Объем и глубина усвоенных знаний во многом определяются способностями человека и особенностями его памяти. Чтобы обеспечить получение учащимися прочных, действенных знаний, умений и навыков, надо всемерно развивать их логическую память, опирающуюся на сознательное и активное усвоение материала. Исходным положением в развитии памяти может служить следующее указание В. И. Ленина: «Нам не нужно зубрежки, но нам нужно развить и усовершенствовать память каждого обучающегося знанием основных фактов...» [3, с. 305].

Чтобы обеспечить сознательное и прочное усвоение учащимися знаний и навыков, необходимо учитывать физиологиче-

скую природу памяти. И. П. Павлов объяснял процесс запоминания возникновением временных связей в коре головного мозга. Раз возникнув, такие связи на более или менее длительное время закрепляются и сохраняются. Если возникшие связи не закрепляются, согласно законам внутреннего торможения они исчезают, происходит процесс забывания.

Объем запоминания определяется многообразием устанавливаемых временных связей, а быстрота запоминания находится в прямой зависимости от быстроты установления тех же связей, твердость и прочность запоминания — от их дифференцированности. Запоминание на основе обобщения — то, что называют логической памятью,— объясняется закономерностями второй сигнальной системы. Вторая сигнальная система предполагает обобщение сигналов первой сигнальной системы.

Из закономерностей процессов памяти и запоминания следует, что *основным средством выработки у учащихся прочных знаний и навыков должны быть повторение и упражнения.* От правильной организации их главным образом и зависит степень прочности умений и навыков.

Повторение может быть пассивным и активным, попутным и специальным. Пассивное повторение состоит в том, что ученик воспроизводит то, что он уже раньше воспринимал. Активное повторение состоит в том, что ученик самостоятельно воспроизводит усвоенные им раньше знания, причем в новых связях и ассоциациях.

Для обеспечения действенных, прочных знаний у учащихся важно применять активное попутное повторение ранее пройденного в связи с изучением нового. Оно играет большую роль в развитии памяти и научного мышления учащихся. Такое повторение способствует установлению связи между различными явлениями и тем самым повышению научного уровня знаний (гл. 12).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ленин В. И. Философские тетради. М, Политиздат, 1969.
2. Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т. 27.
3. Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т. 41.
4. Богоявленский Д. Н., Менчинская Н. А. Психология усвоения знаний. М., Изд-во АПН РСФСР, 1959.
5. Валентинавичюс В., Урбонайте С. О систематизации знаний по физике.—«Физика в школе», 1970, № 6.
6. Занков Л. В. Дидактика и жизнь. М., «Просвещение», 1968.
7. Занков Л. В. Обучение и развитие. М., «Педагогика», 1975.
8. Кабанова-Меллер Е. Н. Психология формирования знаний и навыков у школьников. М., Изд-во АПН РСФСР, 1962.
9. Махмутов М. И. Некоторые особенности проблемного обучения.— «Советская педагогика», 1970, № 9.
10. Махмутов М. И. Теория и практика проблемного обучения. М., «Педагогика», 1975.

11. Менчинская Н. А. Психология усвоения понятий. — «Известия АПН РСФСР», вып. 28, 1950.
12. Усова А. В. Анализ усвоения учащимися научных понятий. — «Новые исследования в педагогических науках». М., XVII, № 4, 1971.
13. Усова А. В. Формирование обобщенных умений и навыков. — «Народное образование», 1974, № 3.
14. Усова А. В., Завьялов В. В. О систематизации знаний учащихся в процессе обучения физике. — «Физика в школе», 1976, № 1.
15. Рубинштейн Л. С. О мышлении и путях его исследования. М., Учпедгиз, 1958.

ГЛАВА 5

ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ. МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

1. УРОК — ОСНОВНАЯ ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Основной формой организации учебных занятий по физике в школе является урок с постоянным составом учащихся и определенным расписанием занятий. Эта форма организации учебных занятий позволяет сочетать работу класса в целом и отдельных групп учащихся с индивидуальной работой каждого ученика. Она создает благоприятные условия для воздействия учителя на учащихся, для воспитания в коллективе и для коллектива. На уроке представляется возможным применять разнообразные методы обучения. При всем разнообразии форм работы учащихся на уроке руководящая роль остается за учителем. Учитель планирует и организует весь учебный процесс по предмету. Он систематически излагает материал сам и вместе с тем учит детей самостоятельно добывать знания из книг и других источников, приучает к самостоятельным письменным и экспериментальным работам, применяя при этом демонстрацию опытов, приборов, проведение экскурсий на производство, в природу, в научно-исследовательские лаборатории и музеи.

Решение новых задач, поставленных перед школой жизнью, привело к поискам новых форм организации учебной работы в школе и новых методов обучения. В последние годы найдены такие формы учебных занятий по физике, как факультативные занятия, обобщающие семинары [9], конференции и практикумы.

Сочетание разнообразных форм организации учебных занятий наиболее полно отвечает задаче всестороннего развития личности учащихся, выявлению их интересов, формированию творческих способностей.

Однако основной формой организации учебных занятий остается урок. Урок — решающее звено в учебном процессе, и качество знаний учащихся по предмету зависит прежде всего

от научно-методического уровня каждого урока и всей системы уроков в целом.

Основные требования к уроку. Отдельный урок по физике следует рассматривать как определенное звено в длинной цепи уроков. Содержание отдельно взятого урока и методы работы на нем связаны с содержанием предыдущих уроков и методами, применяемыми на них. Нельзя добиться строго продуманной, четкой системы в работе, если готовиться лишь к одному уроку, не имея перспективного плана учебного процесса по предмету. Подготовке к отдельному уроку должна предшествовать разработка системы уроков по теме или разделу — тематическое планирование (гл. 14, *1*), которое позволяет определить объем материала и выбрать наиболее эффективные методические приемы для каждого урока.

Каждый урок должен носить законченный характер и решать вполне определенный круг учебных и воспитательных задач.

На всех уроках необходимо привлекать учащихся к активному участию в учебном процессе, учить их самостоятельно добывать знания. Наряду с изложением учителя важной частью уроков физики в VI—VII классах должна быть самостоятельная работа школьников с книгой, приборами и раздаточным материалом.

Изучение нового на уроке должно органически сочетаться с повторением ранее пройденного и проверкой знаний, умений и навыков учащихся.

Каждый урок должен быть эффективным. Об эффективности уроков судят, во-первых, по глубине и прочности знаний, умений и навыков, приобретаемых учащимися; во-вторых, по времени, которое потребовалось для того, чтобы класс в целом и отдельные учащиеся усвоили материал; в-третьих, по тому, как урок содействовал решению воспитательных задач, формированию научного мировоззрения и всестороннему развитию учащихся. Эффективность урока зависит от применяемых на уроке методов изложения учебного материала, форм организации учебной деятельности учащихся, проверки их знаний, навыков и умений. Разнообразие методов обучения и видов учебной деятельности учащихся на уроке, умелое использование их — одно из важнейших условий эффективности учебного процесса по физике.

Одно из важных требований к уроку — экономное расходование каждой минуты времени, организация активной познавательной деятельности учащихся на протяжении всего урока.

Виды и структура уроков физики. Обычно перед уроком учитель ставит не одну, а несколько задач: сообщение учащимся новых знаний, развитие мышления учащихся и их познавательных способностей, формирование научного мировоззрения, привитие практических умений и навыков, повторение ранее

пройденного, проверка успеваемости учащихся (их знаний, навыков, умений), задачи воспитательного характера.

При всем многообразии разрешаемых на уроке задач в большинстве случаев на каждом уроке можно выделить основную, которая обусловливает содержание урока и методы работы учителя с учащимися. В соответствии с основной задачей урока различают следующие основные виды уроков физики: уроки изучения нового материала; привития практических умений и навыков (решение задач, лабораторные работы); повторения и обобщения ранее пройденного материала; проверки знаний, умений и навыков учащихся.

Качество решения задач, поставленных перед уроком, во многом зависит от его структуры. В течение урока ученик обычно занимается несколькими видами учебной деятельности: слушает объяснения учителя или ответы товарищей по классу, наблюдает за опытами, отвечает на вопросы, работает с приборами, выполняет письменные и графические работы. Все виды учебной деятельности учащихся на уроке должны рационально сочетаться и следовать друг за другом с учетом работоспособности школьника. Последовательность их и определяет структуру урока.

В течение длительного времени в нашей школе складывалась и прочно утверждалась так называемая четырехэлементная структура урока, включающая опрос, изучение нового, закрепление и задание на дом. Уроки физики, посвященные изучению нового материала, проводились большей частью по следующей схеме.

1. Проверка выполнения домашнего задания и повторение ранее пройденного материала, знание которого необходимо для усвоения нового.

2. Изучение нового материала, включающее выдвижение очередной проблемы, установление путей и способов решения поставленной проблемы и разрешение ее, анализ полученных результатов и их обобщение.

3. Упражнения и проверка усвоения нового материала.

4. Домашнее задание.

Не отрицая уроков такого типа, нужно иметь в виду, что они имеют ряд недостатков. На таких уроках нередко большая часть времени уходит на проверку знаний учащихся, часть урока — на изложение нового материала учителем, а на упражнения, при выполнении которых учащиеся учатся применять свои знания, времени остается мало. Нужно также иметь в виду, что оптимальный уровень внимания и работоспособности у учащихся VI— VII классов поддерживается в течение первых 25—30 минут урока. Но это время идет как раз на опрос, при котором класс в целом обычно недостаточно активен. Объяснение нового материала проходит уже при ослабленной работоспособности учащихся. Поэтому структура урока должна быть

более гибкой. Нужны и целесообразны разные схемы уроков, в зависимости от их содержания и целей.

Продумывая построение урока, опытные преподаватели учитывают воспитательные и учебные задачи его, содержание изучаемого материала, особенности используемых методов обучения, возрастные особенности учащихся, а также гигиенические условия для умственного труда учащихся — все это имеет большое значение для качественного обучения школьников.

Исследованиями советских гигиенистов, опытом многих учителей показано, что работоспособность и утомляемость учащихся на уроке в значительной мере зависят от структуры урока. При одних и тех же методах работы на уроке активность школьников и качество усвоения ими материала оказываются разными в зависимости от того, как чередуются виды учебной деятельности учеников.

Так, если в VI—VII классах в начале урока поставить экспериментальную работу, имеющую целью закрепить и проверить знания, полученные на предыдущем уроке, а затем перейти к изучению нового, потребуются значительные усилия, чтобы переключить внимание учащихся на восприятие нового. Кроме того, не все школьники одновременно справляются с работой и учитель вынужден торопить тех, кто отстает, чтобы успеть объяснить новое. Часть учащихся не справится с работой до объяснения нового, и мысли их окажутся занятыми тем, что следовало сделать на первом этапе урока. Учитывая эти обстоятельства, опытные учителя стремятся относить такого рода практические работы на вторую часть урока — после изучения нового. В этом случае практическая работа способствует углублению и закреплению знаний учащихся, привитию умений применять полученные знания на практике.

В тех случаях, когда новое непосредственно не связано с тем, что изучалось ранее, например в начале изучения нового раздела или новой темы, урок целесообразно начинать с изучения нового, используя для этого всю энергию учащихся и их внимание. Проверку выполнения домашнего задания в таком случае правильнее отнести на заключительную часть урока или совсем исключить как составную часть урока. В VI классе, например, к таким урокам можно отнести первые уроки по темам: «Тепловые двигатели», «Первоначальные сведения об электричестве».

Проверка усвоения материала учащимися, а также их умений и навыков, повторение ранее пройденного могут быть осуществлены в процессе изучения нового и упражнений. Например, на уроке, посвященном изучению закона Ома, в связи с прохождением нового материала уточняют понятия силы тока, напряжения и сопротивления проводника, ученики повторяют единицы этих величин и способы их измерения. Наблюдая за работой всего класса в целом и выделенной для проверки на

данном уроке группы учащихся, учитель в конце урока выставляет группе учащихся соответствующие оценки в журнал.

Индивидуальный опрос на уроках физики необходим тогда, когда от учащихся требуется логически связный ответ, сопровождаемый схемами, чертежами, демонстрацией опытов, выводами формул на доске. Он позволяет выявить истинную картину знаний и умений оперировать этими знаниями. Не следует забывать и значения таких ответов учащихся для развития техники и культуры речи, логического мышления, для выработки умений пользоваться средствами наглядности и математическим аппаратом при выводах и доказательствах.

2. УЧЕБНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ

Учебные конференции по физике, как и уроки, проводят со всем классом в часы, отведенные для предмета по расписанию. Руководящая роль сохраняется за учителем. На конференции, как и на уроке, работа класса в целом сочетается с индивидуальной работой учащихся.

Отличаются конференции от уроков тем, что новые знания школьники приобретают из литературы, с которой работали в процессе подготовки к конференции, и из докладов, с которыми выступают другие учащиеся. Руководящая роль учителя на конференции заключается в том, что он организует выступления учащихся с докладами и их обсуждение, вносит дополнения и исправления к докладам, если это не сделано во время обсуждения. Он обобщает результаты конференции, оценивает работу класса в целом и отдельных учеников, выступавших с докладами и дополнениями к ним.

Образовательное значение конференций состоит в том, что в процессе подготовки к ним школьники приобретают навыки самостоятельной работы с литературой.

Конференции способствуют выявлению склонностей и способностей учащихся, развитию у них интересов к научным и техническим знаниям. Велико значение конференций для развития инициативы, активности и самостоятельности учащихся, а также для воспитания у них чувства ответственности перед коллективом. В процессе подготовки докладов учащиеся приобретают навыки самостоятельной работы с наглядными пособиями и приборами, умения пользоваться пособиями во время докладов, демонстрировать опыты, выполнять рисунки и чертежи на доске. Наконец, следует иметь в виду значение конференций в развитии устной речи учащихся, умения грамотно, логически последовательно излагать отобранный для доклада материал.

На конференции можно выносить вопросы, связанные с историей открытий и изобретений, знакомящие с применением изучаемого теоретического материала в науке и технике, с

принципами устройства и действия физических приборов, машин и механизмов, а также с технологическими процессами.

Конференции целесообразно проводить, начиная с VII класса. В VII классе возможно проведение конференций по темам: «Тепловые двигатели в народном хозяйстве», «Электрические явления в природе и технике», «Применение электричества в народном хозяйстве» (гл. 26, *12*).

Успех конференции определяется прежде всего качеством ее подготовки. Подготовка к конференции включает следующие этапы:

определение задач конференции и круга вопросов, которые целесообразно вынести на конференцию, а также времени ее проведения;

изучение учителем соответствующей литературы;

поиски литературы, которую можно рекомендовать учащимся;

распределение докладов между выступающими;

консультация школьников.

План конференции и список рекомендованной литературы желательно вывесить в кабинете, чтобы учащиеся могли выбрать для подготовки интересующие их доклады и приступить к работе с литературой. Полезно в кабинете организовать выставку литературы по теме конференции.

За несколько дней до конференции следует прослушать доклады учащихся, недостаточно хорошо владеющих устной речью, помочь им выразить мысли своими словами, поработать над дикцией. Не следует допускать чтения докладов по написанному тексту, но можно разрешать пользоваться планом доклада.

В VII классе конференцию обычно планируют на 45 минут. Этого времени достаточно для того, чтобы рассмотреть законченный круг вопросов, связанных общей темой.

После каждого доклада классу предлагают обратиться к выступающему с вопросами, внести исправления и дополнения. Желательно, чтобы в процессе прослушивания докладов учащиеся записывали темы докладов и основные положения. Это способствует повышению внимания к докладам. Повышению внимания способствует также постановка 1—2 вопросов классу по содержанию прослушанных докладов. Она имеет важное значение для повышения ответственности учащихся за работу на конференции и контроля за уровнем усвоения обсуждаемых вопросов.

Недооценка указанных приемов активизации деятельности учащихся на конференции снижает ее эффективность.

После прослушивания и обсуждения докладов необходимо обобщить все, что узнали учащиеся на конференции, оценить качество докладов, выступлений. Это можно осуществить и методом беседы, и посредством краткого резюме учителя.

3. МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Классификация методов обучения. В руководствах по педагогике и дидактике приводят различную классификацию методов обучения [3, с. 234—241] в зависимости от того, какой существенный признак положен в ее основу. Взяв в основу классификации источник, из которого учащиеся приобретают знания и умения, все методы можно разделить на три большие группы: словесные, наглядные и практические.

Словесные методы: изложение материала учителем (лекция, рассказ, объяснение), беседа, работа с книгой (учебники и учебные пособия, справочная и другая литература).

Наглядные методы: демонстрация опытов учителем, демонстрация наглядных пособий (действующих машин и технических установок, макетов, схем, рисунков, чертежей, коллекций), демонстрация учебных кинофильмов.

Практические методы: экспериментальные и практические работы учащихся, работа с раздаточным материалом, упражнения (решение задач, построение графиков и работа с ними, работа с кинематическими схемами).

Две первые группы охватывают методы, с помощью которых учащиеся приобретают знания и умения логически мыслить. Работая с книгой, школьники приобретают знания и умения пользоваться рисунками, схемами, чертежами, таблицами. Третья группа охватывает методы, помогающие не только приобретению учащимися знаний, но также и выработке у них практических умений и навыков в работе с приборами, схемами, чертежами.

Каждый из методов обучения имеет свои специфические особенности и приводит к положительным результатам в определенных условиях при решении тех или иных учебно-воспитательных задач. Ни один метод нельзя считать универсальным, пригодным для решения любых задач.

Условием успешного решения сложных и разнообразных задач, поставленных перед преподаванием физики в советской школе, служит применение различных методов обучения. Разнообразие методов обучения — необходимое условие всестороннего развития учащихся.

На практике, как правило, ни один из методов не используют в «чистом виде» изолированно от других, а применяют в сочетании с другими. Например, словесные методы обучения применяют в сочетании с демонстрацией опытов и наглядных пособий, практические методы сочетают со словесными методами.

Важное значение имеет правильное сочетание методов, при котором достигают наиболее эффективного решения поставленных перед уроком задач. Так, например, при изучении физических законов в VI—VII классах целесообразно сочетание ме-

тода эвристической беседы с демонстрацией опытов; при изучении устройства сложных приборов — сочетание объяснений учителя с демонстрацией приборов и использованием схем, а при изучении устройства несложных приборов (например, плавких предохранителей, электрических лампочек накаливания) — сочетание работ с учебником и раздаточным материалом.

При выборе методов обучения следует учитывать цели и задачи урока, содержание учебного материала, характер изложения его в учебнике, возрастные особенности учащихся, особенности состава класса (уровень подготовки и др.), методы науки физики, наличие оборудования в кабинете физики.

Рассмотрим *словесные методы обучения.* (Наглядные и практические методы рассмотрены в главах 6—10.)

Беседа — такой метод обучения, при котором учитель, опираясь на имеющиеся у учащихся знания, практический опыт и демонстрации, с помощью вопросов подводит учащихся к пониманию и усвоению новых знаний.

При изложении материала методом беседы происходит диалог между учителем и учеником. Учитель, демонстрируя опыты или опираясь на опыты, выполняемые школьниками, обращается к ним с вопросами. Учащиеся под руководством учителя путем логических суждений, самостоятельной умственной работы над поставленными вопросами приходят к выводам и обобщениям.

В VI—VII классах в преподавании физики метод беседы — один из основных методов изучения нового и проверки качества знаний учащихся. Его применяют:

при изучении физических законов в сочетании с демонстрационными опытами и фронтальным экспериментом учащихся;

при выявлении сущности физических явлений (в сочетании с опытами);

при формировании физических понятий (в сочетании с демонстрацией опытов и наглядных пособий);

при повторении ранее пройденного материала, на знания которого необходимо опираться в процессе изучения нового;

при выяснении путей решения поставленной проблемы;

при проверке качества усвоения материала, изучавшегося на данном уроке.

В указанных случаях метод беседы является основным, а другие методы — подсобными. В рассмотренных случаях он позволяет лучше, чем другие, вызвать интерес у школьников к изучаемому вопросу, активизировать их мышление.

Рассказ — это последовательное, образное изложение материала учителем, не прерываемое диалогом, применяемое с целью:

ознакомления учащихся с историей изобретений и открытий физических законов, с биографиями выдающихся ученых и изобретателей;

ознакомления с достижениями и перспективами развития науки и техники;

ознакомления с применением изучаемых физических явлений и законов, приборов и технических устройств в науке, технике;

описания явлений, наблюдаемых в природе и в технических установках.

В первых двух из перечисленных выше случаев рассказ — это единственно возможный способ устного изложения материала. Метод беседы здесь неприменим, так как у учащихся отсутствует запас знаний, на основе которых могла бы развернуться беседа. Метод рассказа в данном случае позволяет дать ученикам цельное представление по изучаемому вопросу и вызвать к нему интерес, желание получить дополнительные сведения из научно-популярной литературы.

В двух последующих случаях рассказ часто сочетают с методом беседы. Вначале в процессе беседы учитель выясняет, что знают учащиеся по данному вопросу. Затем, приведя в систему имеющиеся у учащихся знания, учитель дополняет и углубляет их своим рассказом. Метод рассказа применяют в сочетании с демонстрацией опытов и наглядных пособий. Рассказ должен быть четким, логически последовательным, образным, эмоциональным.

Последовательность и четкость изложения обеспечиваются тщательно продуманным планом или конспектом, а образность и эмоциональность в значительной степени зависят от эрудиции учителя, от того, как он владеет своим предметом и искусством речи.

Объяснение — это последовательное, строгое в логическом отношении изложение учителем наиболее сложных вопросов курса.

Для объяснения характерны такие черты, как суждения, умозаключения, доказательства. Этот метод применяют, когда нужно доказать, объяснить, обосновать. Он незаменим в тех случаях, когда по изучаемому вопросу у учащихся нет достаточных знаний и наблюдений, опираясь на которые учитель мог бы изложить материал методом беседы.

В преподавании физики метод объяснения применяют при решении следующих учебных задач:

при изучении принципов устройства и действия физических приборов и машин;

при раскрытии сущности физических явлений на основе наиболее общих физических теорий;

при объяснении физических свойств тел на основе представлений об атомно-молекулярном строении вещества и электронной теории;

при изучении сущности физических законов и выяснении связи между ними;

при изучении сущности технологических процессов, основанных на физических явлениях и законах.

Объяснение обеспечивает глубокое и прочное усвоение материала учащимися при условии, если оно сопровождается применением средств наглядности.

В процессе объяснения особенно важное значение приобретают соблюдение учителем законов логики, отчетливая постановка каждого нового вопроса и строго логическое, последовательное изложение доказательств.

Объяснение нередко сочетают с методом беседы: учитель предлагает учащимся высказать свои суждения, дать свои объяснения. Он обращается к учащимся с вопросами, чтобы привлечь их внимание, проверить ход мыслей, понимание объясняемого.

Лекция. Сравнительно с рассказом и объяснением лекция характеризуется большей научной строгостью изложения и большей продолжительностью. Обычно она рассчитывается на целый урок. Метод лекций приемлем главным образом в старших классах, так как требует от учащихся устойчивого внимания на протяжении длительного времени, высокого уровня развития абстрактного мышления, умения записывать по ходу лекций основные идеи, выводы, формулировки законов, формулы. У учащихся VI—VII классов внимание еще недостаточно устойчиво, абстрактное мышление развито слабо, навыков в выполнении записей нет. Однако формировать у учащихся необходимые для слушания лекций умения и навыки надо постепенно, начиная с VI класса, в частности, необходимо планомерно и систематически формировать умение выполнять записи по ходу объяснения материала учителем.

4. ПРОГРАММИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ

В течение последних десятилетий ведут поиски таких способов обучения, которые давали бы существенную экономию времени и сил при переработке непрерывно возрастающего объема информации. К одному из таких способов организации учебной деятельности учащихся относится программированное обучение, использующее идеи математической логики, кибернетики, психологии и физиологии. С точки зрения кибернетики обучение представляет собой процесс с «обратной связью». Передача информации от учителя к учащемуся («прямая связь») составляет только часть этого процесса. На наличии надежной обратной связи и базируется программированное обучение. Сущность его состоит в том, что учебный материал преподносится обучаемому в строгой логической последовательности небольшими частями (дозами) и тут же осуществляется контроль за его усвоением.

Программированное обучение включает следующие основные элементы: логическую структуру курса, обучающий алгоритм курса, программированный учебник, обучающие программы, обучающие машины.

При программированном обучении прежде всего определяют цели и задачи учебной дисциплины, четко выделяют то, что учащийся должен знать, понимать, уметь, анализируют логическую систему курса, исключают все алогичное, второстепенное, не имеющее определенного значения для фундаментальных его основ. Затем выделяют основные темы, разделы и подразделы, которые дробят на дозы — кванты информации, более мелкие, чем параграфы соответствующих учебников.

Полученные дозы отличаются тем, что их дальнейшее уменьшение невозможно без ущерба смысловому содержанию. Содержание каждой последующей дозы базируется на информации, содержащейся в предыдущей дозе. Размер дозы определяется характером материала, уровнем развития учащихся и другими факторами. Построенный таким способом учебный материал называют «программированным содержанием курса» или «программой».

Информацию, содержащуюся в очередной дозе, учащийся получает с помощью обучающего устройства — программированного учебника или обучающей машины. В конце каждой дозы поставлен контрольный вопрос. Если учащийся понял данную очередную дозу и дал на контрольный вопрос верный ответ, то программированное учебное пособие или обучающая машина сообщает о том, что ответ правилен, и задает следующий вопрос или разрешает перейти к проработке следующей дозы.

В случае если учащийся не понял содержания материала и ответил неправильно, обучающее устройство дает дополнительные пояснения, после которых он либо получает еще вопрос, либо возвращается для повторной проработки материала. Это продолжается до тех пор, пока не будет получен правильный ответ.

Благодаря немедленной обратной связи удается устранить лишние затраты времени на обучение и добиться усвоения материала. Информация о правильности ответа, своеобразное «подкрепление» после усвоения каждой дозы имеет большое психологическое значение. Это создает у учащихся уверенность в своих силах, повышает интерес к предмету, способствует концентрации усилий, вследствие чего сокращается время на изучение предмета.

Темп подачи информации (темп обучения) согласуется с индивидуальными способностями каждого учащегося. Учащийся любых способностей на усвоение урока, как правило, тратит столько времени, сколько ему необходимо. Процесс обучения удается максимально индивидуализировать.

Однако описанная организация учебного процесса имеет и серьезные недостатки. Дробление учебного материала на мелкие дозы и невозможность продвижения вперед при условии, когда какая-либо доза не усвоена (пусть даже не имеющая важного значения для усвоения последующего материала), лишает возможности обучающего видеть перспективу в изучаемом материале, многочисленные связи. Весьма затруднительно также при программированном обучении обеспечить целостность восприятия учащимися всего материала.

Программированные учебные пособия. Успех обучения, даже с применением самых совершенных технических средств, во многом определяется качеством программ. В зависимости от порядка представления информации программы делят на два основных типа: *линейные* и *разветвленные*. Каждый из этих типов, в свою очередь, имеет довольно большое число разновидностей.

В пособии, составленном по линейной системе программирования учебного материала, последовательность представления информации не меняется. Правильные ответы помещены здесь же на полях учебника (при чтении их прикрывают планкой) или на следующей странице. Текст, который следует проработать, местами деформирован. Читая его, следует заполнить пропуски или выбрать одно из нескольких слов и выражений, указанных в скобках. После ответа на контрольный вопрос учащемуся для сравнения выдается правильный ответ («подкрепление») и следующая доза информации независимо от того, был ли ответ правильным или нет.

Схема линейной программы представлена на рисунке 5-1.

Если последовательность представления доз определяется по ходу процесса обучения, то программу называют разветвленной.

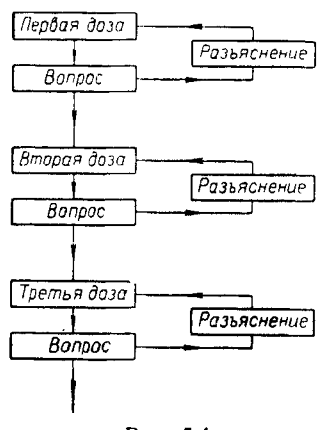


Рис. 5-1.

После каждой дозы учащемуся предлагается вопрос и несколько ответов на него, из которых нужно выбрать только один правильный и наиболее полный.

Если ученик выбирает неправильный ответ, то ему предлагается разветвление.

На каждой странице учебника изложена только одна доза материала. Читать учебник подряд нельзя, потому что любая последующая страница не является продолжением предыдущей. Этим и обеспечивается невозможность получения очередной дозы информации без хорошего усвоения предыдущей.

Рассмотрим пример. Предположим, на странице 18 дано разъяснение, почему при параллельном соединении двух проводников одинакового сечения сопротивление уменьшается вдвое. Например: «Если R_1 равно 10 Ом, R_2 также равно 10 Ом, то общее сопротивление составляет 5 Ом». И далее, предложено ответить на вопрос: «А если $R_1=10$ Ом, а $R_2=6$ Ом, то каково будет общее сопротивление?» Тут же даны два варианта возможных ответов, против каждого из которых дано указание на другую страницу учебника:

«8 Ом (с. 25)».

«Меньше, чем 6 Ом (с. 29)».

Учащийся выбирает тот ответ, который ему кажется правильным. Допустим, он выбрал ответ «8 Ом» и открыл страницу 25. Там читает следующее:

«Ваш ответ 8 Ом. Нет. Общее сопротивление в цепи с параллельным соединением сопротивлений всегда меньше самого малого из составляющих сопротивлений. R_2 имеет только 6 Ом. Почему же тогда общее сопротивление будет равно 8 Ом? Вернитесь, пожалуйста, к странице 18 и выберите правильный ответ».

Ученик «возвращается» на страницу 18, выбирает второй ответ, после чего переходит к странице 29, где приведен вывод формулы:

$$R_{общ}=\frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\ldots+\frac{1}{R_n}}.$$

Затем ученику предлагается решить задачу: «Если в цепи сопротивления $R_1=20$ Ом и $R_2=30$ Ом соединены параллельно, а $U=120$ В, то чему будет равен общий ток?» Не решив ее, ученик продвигаться дальше не может. Быстрота продвижения вперед при работе с программированным учебником определяется прилежанием и способностями учащихся.

Разветвленная программа схематически показана на рисунке 5-2.

Обучающие алгоритмы. Сейчас уже есть интересный опыт составления и применения на уроках физики обучающих алгоритмов.

А л г о р и т м — это точное, общепонятное предписание, которое определяет процесс преобразования исходных данных в искомый результат. Алгоритм может быть сформулирован в виде определенной системы правил, действий или указаний, применение которых для любой задачи данного класса приводит к ее решению.

Алгоритмы по цели, достигаемой с их помощью, делят на два типа: *алгоритмы преобразования* и *алгоритмы распознавания.*

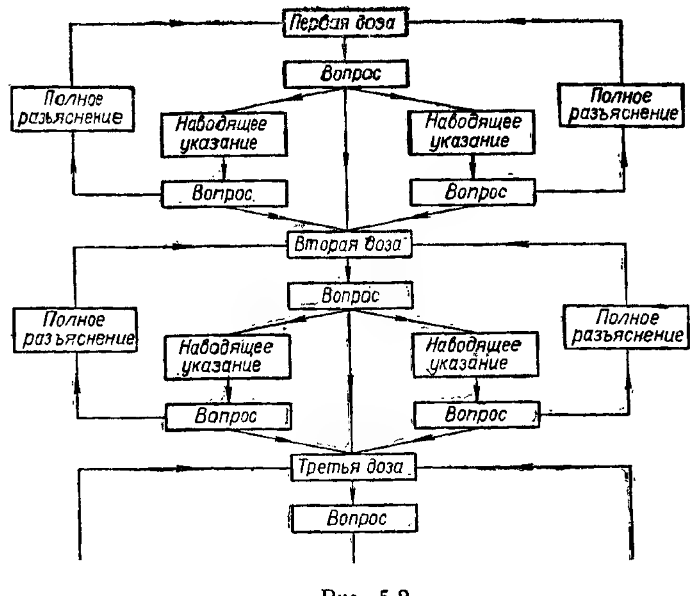


Рис. 5-2.

Примером алгоритма преобразования является общий алгоритм для установления единиц физических величин.

Для правильного построения алгоритма распознавания существенно важны следующие закономерности: признаки любого понятия имеют определенную логическую структуру; существует определенное конечное число основных типов этих структур; структура алгоритма зависит от структуры признаков распознаваемого понятия и однозначно этой структурой определяется.

Тип структуры признаков определяется тем союзом, которым эти признаки связаны в предложении: *конъюнктивная связь* «и—и» и *дизъюнктивная связь* «или—или». Структура аналитических операций (структура алгоритма) не зависит от характера признаков понятия и определяется только типом связи. Например, признаками понятия «механическая работа» являются: «а) на тело действует сила; б) под действием этой силы происходит перемещение тела». Признаки связаны союзом «и». Этим и определяется правило работы с признаками (структура аналитических операций): если есть признак первый и признак второй, то совершается механическая работа; отсутствие хотя бы одного признака указывает на отсутствие механической работы.

Признаки понятия «потенциальная энергия» связаны другим союзом —«или»: потенциальная энергия определяется взаимным положением тел (например, камня и Земли) или частей

одного и того же тела. Для распознавания этого понятия достаточно убедиться в наличии хотя бы одного признака: если есть признак первый или признак второй, то тело обладает потенциальной энергией.

Признаки формируемых понятий и правила работы с этими признаками заносят на карточки [8], которые выдают учащимся по мере продвижения в изучении материала и отбирают, когда признаки того или иного понятия достаточно хорошо усвоены. Возможен и другой способ: алгоритм (правило работы с признаками) записывают на листе ватмана и вывешивают на видном месте в кабинете физики.

Четкое выделение признаков понятия с указанием типа логической связи — существенный элемент программированного обучения.

Технические средства программированного обучения. Программированное обучение позволяет широко использовать в учебном процессе самые разнообразные технические устройства, начиная от средств «малой автоматизации» и кончая элек-

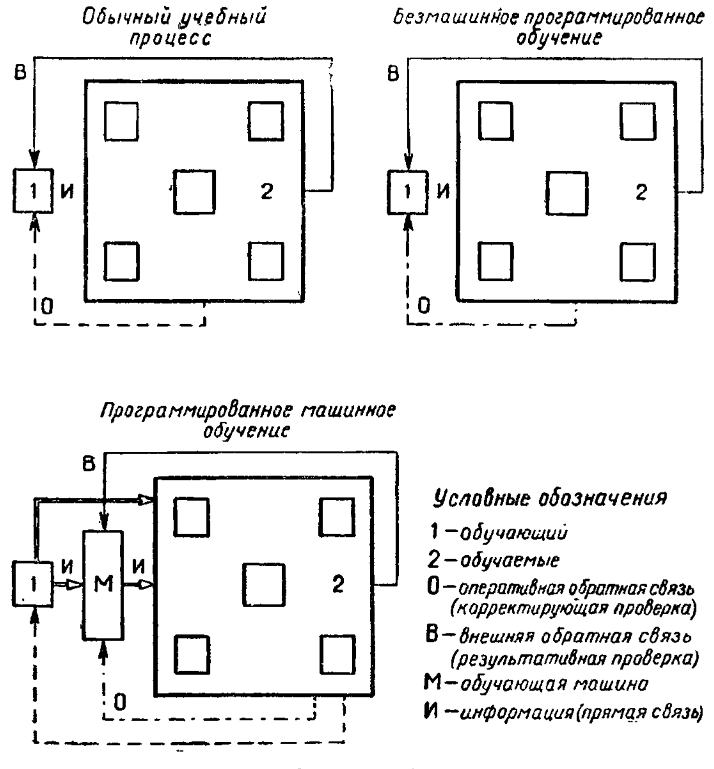


Рис. 5-3. Схема учебного процесса.

тронными цифровыми вычислительными машинами. В настоящее время известны различные виды машин для обучения.

При проверке текущей успеваемости учащихся и их готовности к выполнению лабораторных работ, при проведении устного опроса по домашнему заданию могут быть использованы приборы серии ПТ («педагогический тестер»). Применение нескольких таких приборов на уроке позволит значительно ускорить опрос.

По принципу действия указанные приборы относятся к устройствам с выборочным методом ввода ответов. Получив ответы опрашиваемого, прибор оценивает их и указывает, на какие вопросы даны неверные ответы. Для ввода программы опроса в память прибора применен метод перфокарт.

Созданы и с успехом применяются устройства, работающие в режиме тренажер-контролер. Но, видимо, более перспективными являются недорогие и простые в эксплуатации «автоматизированные классы».

Многие учителя для текущего контроля знаний учащихся используют простейшие приспособления с выборочным методом ввода ответов: перфокарты, таблицы и т. п. (гл. 12, *3*).

Процесс обучения с применением автоматических устройств существенно не отличается от процесса обучения по программированному учебнику. Разница состоит лишь в способе подачи информации и в характере обратной связи (рис. 5-3). Даже в случае применения таких технических средств, как электронные вычислительные машины, главным остается программированный учебник, вводимый в запоминающее устройство машины.

Программированное обучение может быть внедрено только параллельно с усилением роли учителя в учебном процессе и в сочетании с использованием обычных методов обучения. Вместе с тем применение программированных пособий и технических устройств освобождает учителя от некоторых малопроизводительных видов труда (опрос, проверка контрольных работ), высвобождает ему время для творческой работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устав средней общеобразовательной школы. —«Учительская газета», 1970, 15 сент.

2. Вопросы алгоритмизации и программирования обучения. Под ред. Л. Н. Ланды. Вып. 1. М., «Просвещение», 1969.

3. Основы дидактики. Под ред. Б. П. Есипова. М., «Просвещение», 1967.

4. Пеннер Д. И., Луковенко В. С. Некоторые проблемы программированного обучения в школе. —«Физика в школе», 1969, № 2.

5. Пеннер Д. И., Корж Э. Д. О методике составления программированных контрольных заданий и упражнений с выбором ответа. —«Физика в школе», 1973, № 2.

6. Пеннер Д. И., Худайбердиев А. Физика. Программированные задания для VI—VII классов. М., «Просвещение», 1973.

7. Пронин В. Ф Элементы программирования при постановке лабораторных работ. —«Физика в школе», 1969, № 2.
8. Талызина Н Ф. Теоретические проблемы программированного обучения. Изд-во МГУ, 1969.
9. Усова А. В., Завьялов В. В. Учебные конференции и семинары по физике в средней школе. М., «Просвещение», 1975.

ГЛАВА 6

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

1. ЗНАЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ. ВИДЫ ШКОЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Эксперимент в школьном курсе физики — это отражение научного метода исследования, присущего науке физике. Постановка опытов и наблюдений имеет большое значение для ознакомления учащихся с сущностью экспериментального метода, с его ролью в научных исследованиях по физике, а также для вооружения школьников некоторыми практическими навыками. Изучение явлений на основе физического эксперимента способствует формированию научного мировоззрения учащихся, более глубокому усвоению физических законов, повышает интерес школьников к изучению предмета.

Школьный физический эксперимент разделяется на два основных вида: демонстрационный, выполняемый преимущественно учителем и предназначаемый для одновременного восприятия всеми учениками класса, и лабораторный, выполняемый учащимися. Оба эти вида эксперимента дополняют друг друга. В одних случаях целесообразно поставить лабораторные работы учащихся (гл. 8), в других — лучше использовать демонстрационный эксперимент.

Демонстрационный эксперимент необходим в тех случаях, когда требуется активное руководство учителя ходом мысли учащихся при изучении явлений и законов. Демонстрация опыта — целенаправленный процесс, в ходе которого учитель осуществляет руководство ощущениями и восприятиями школьников и на их основе формирует определенные представления и понятия. Сочетание демонстрационных опытов со словом учителя — одно из важных условий успешного формирования физических понятий.

В программе по физике для VI—VII классов указан обязательный минимум демонстрационных опытов к каждой теме. Эти опыты вместе с лабораторными работами служат экспериментальной основой физического образования учащихся.

При проведении демонстрационного эксперимента можно преследовать различные цели: наблюдение того или иного явления, проверка выдвинутой гипотезы, выявление физических

закономерностей и проверка вытекающих из них следствий. Особое место должны занять опыты, на основе которых формируют важнейшие физические понятия, раскрывают сущность законов, физических гипотез и теорий. К таким опытам, например, относятся классические опыты Эрстеда, Фарадея. На них должно быть обращено особое внимание учителя физики. Значительное место в преподавании физики занимают также опыты, имеющие вспомогательный характер или подготавливающие учащихся к восприятию нового материала — проблемные опыты. Должное внимание следует уделять демонстрациям, поясняющим принципы действия технических установок или приборов, физическую сущность технологических процессов.

2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ДЕМОНСТРАЦИИ ОПЫТОВ

Научная достоверность. Это требование означает выбор и показ такого варианта опыта, в котором наблюдаемый эффект безошибочно может быть объяснен исследуемым явлением.

Демонстрационный эксперимент воспроизводит природные явления в искусственно созданных условиях, выделяя из них интересующие экспериментатора взаимосвязанные факторы. Однако нередко на конечный результат существенное влияние оказывают побочные явления, ускользающие иногда от внимания наблюдателя, который поэтому необоснованно приписывает полученный эффект целиком влиянию на ход явления тому фактору, который его интересует. В результате допускают грубую ошибку в объяснении опыта. Например, общеизвестен опыт со стаканом, демонстрирующий уменьшение давления газа при охлаждении. Учитель сжигает в перевернутом стакане кусочек бумаги и затем ставит его дном вверх в кювету с водой. Через некоторое время вода поднимается в стакане, и учитель объясняет это уменьшением объема воздуха при охлаждении. Но ученики нередко полагают, что вода поднимается потому, что «сгорел кислород». Начинается неубедительное доказательство, которого можно было бы избежать, поставив опыт в каком-нибудь другом варианте с наименьшим количеством побочных явлений. (В данном случае целесообразнее нагревать стакан в потоке теплого воздуха или в горячей воде и затем уже опускать его в кювету с холодной водой.)

Доступность. Демонстрации безусловно должны быть доступны пониманию учащихся и органически связаны с учебным материалом того урока, на котором их показывают. Поэтому из различных вариантов опытов нужно отбирать те, которые соответствуют подготовке учащихся в данный момент. Так, например, при демонстрации превращения кинетической энергии в потенциальную и наоборот в VI классе сначала

лучше воспользоваться нитяным маятником, а не маятником Максвелла (гл. 19, *3*).

Наглядность. Это требование предполагает прежде всего хорошую видимость демонстрации для всех учащихся класса и убедительный показ основного и главного в изучаемом явлении.

Опыты должны быть выразительными. Так, например, для демонстрации притяжения тел при электризации можно воспользоваться рядом опытов: притяжение обрезков бумаги или полосок «султана» эбонитовой палочкой, потертой о сукно; притяжение станиолевой гильзы электростатического маятника; притяжение метровой линейки или даже водопроводной трубы, подвешенной на нити в центре тяжести. Очевидно, что из всех этих опытов наиболее выразителен и эффектен последний.

Требования научной организации труда (НОТ). На уроке дорога каждая минута. Поэтому очень важно использовать такие варианты опытов и приборы, которые сводят до минимума время на их подготовку и притом надежны и безотказны в работе. Например, из многих вариантов демонстрации архимедовой силы предпочтение следует отдать тому, который может быть выполнен с простым и безотказным прибором «ведерко Архимеда» (см. рис. 18-32).

Требования техники безопасности (см. с. 90—92).

3. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ДЕМОНСТРАЦИИ ОПЫТОВ

Постановка цели. Учащемуся должна быть ясна цель постановки каждого опыта. Каждая демонстрация должна быть проведена так, чтобы она вызвала интерес у школьников и побудила их к активной мыслительной деятельности. В этих целях следует прежде всего прибегать к проведению проблемных опытов. Объяснение явления, наблюдаемого в проблемных опытах, будит творческую мысль ученика, так как, поставленный в ситуацию затруднения, он самостоятельно и активно ищет ответ на возникший вопрос. Это видно из следующего примера.

При изучении давления внутри жидкости учитель вначале проводит предварительные опыты: берет диск из пластмассы, подвешенный на нити, и опускает его — диск падает на стол; далее показывает, что диск падает и в том случае, когда его погружают в воду; затем берет полый цилиндр и, пропустив сквозь него нитку, плотно закрывает его нижнее отверстие диском. (рис. 6-1). Цилиндр помещают в сосуд с водой. Выпускают нить из рук и наблюдают, что пластинка удерживается у краев цилиндра. Учащимся задают вопрос: «Почему пластинка, которая падает в воздухе и погружается на дно сосуда в воде, удерживается у краев цилиндра, опущенного в

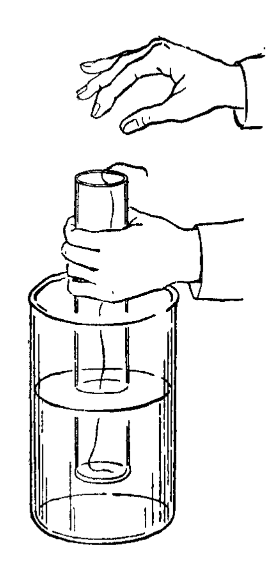


Рис. 6-1.

воду?» Так возникает проблемная ситуация, требующая активной мыслительной деятельности учащихся.

Количество демонстраций и темп проведения опыта. Темп показа опыта должен соответствовать темпу устного изложения материала и скорости его восприятия учащимися. Если опыт протекает быстрее, чем воспринимается учениками, его следует повторить, и притом, если возможно, в замедленном темпе. Примером может служить демонстрация действия клапанов в стеклянных моделях насосов (см. рис. 18-20) и показ работы газов при взрыве их в чугунном цилиндре (см. рис. 22-1).

Вместе с тем надо иметь в виду, что неоправданно длительная демонстрация опыта притупляет интерес к наблюдаемому явлению, ведет к потере времени и нарушает соответствие темпа изложения темпу восприятия.

Установку для демонстрации целесообразно собирать на глазах учащихся. Это облегчает понимание опыта и его восприятие. Только в крайне необходимых случаях, например при сборке электрических цепей или установок, требующих длительного налаживания, можно часть приборов или установку в целом демонстрировать в заранее собранном виде.

При демонстрации сложных или трудных для понимания процессов нужно прибегать к целой серии опытов, показывая одно и то же явление несколькими способами или с различных точек зрения: например, проведение серии опытов, выясняющих свойства наэлектризованных тел, опытов по обнаружению магнитных свойств проводников с током различной конфигурации (см. рис. 26-2).

Вместе с тем урок нельзя перегружать большим числом однотипных демонстраций, так как это ведет к ненужной трате времени, ослабляет внимание и деловой настрой учащихся, превращает урок в развлекательное мероприятие.

Правильное использование демонстрационного стола. Все демонстрационные опыты следует показывать в физическом кабинете на демонстрационном столе. Чтобы обеспечить учащимся хорошую видимость опыта и свободное обозрение аппаратуры, приборы на столе расставляют так, чтобы они не загораживали друг друга. Учителю при демонстрации опытов рекомендуется стоять сбоку или сзади приборов, тогда его действия будут хорошо видны классу.

Применение подставок. В ряде опытов требуется поставить прибор выше уровня, на котором расположена крышка демон-

страционного стола. В таком случае используют различные подставки: подъемные столики, бруски, штативы. Например, при демонстрации опытов с магнитной стрелкой последнюю устанавливают на подъемном столике, иначе ее не увидят ученики, сидящие на задних партах.

При отсутствии фабричных подъемных столиков следует использовать самодельные. Можно использовать различные подставки, бруски, изготовленные из дерева (см. рис. 24-3).

Для опытов по электростатике нужны столики на изолирующих ножках.

Применение наклонного зеркала. Если демонстрационные приборы или установки в целом имеют горизонтальное положение, то в этом случае полезно применять большое плоское зеркало, поставленное под углом 45° к поверхности стола (см. рис. 26-4).

Применение экранов фона. Видимость демонстрационной установки или прибора значительно улучшается, если применить надлежащий фон, на котором рассматривают приборы. Применение контрастного фона повышает эффект опыта, делает его более выразительным и приятным для наблюдения (рис. 6-2).

На практике чаще всего пользуются экранами черного и белого фона. Очень удобны комбинированные экраны, имеющие с одной стороны белый, а с другой — черный фон. Белый фон используют в тех случаях, когда опыты демонстрируют с приборами, окрашенными в темный цвет, который плохо виден на фоне темной классной доски. Опыты с подкрашенной жидкостью также лучше видны на белом фоне. Темный фон, наоборот, применяют в тех случаях, когда опыт демонстрируют с приборами, окрашенными в светлые тона. На темном фоне хорошо видны струйки дыма, например в опытах с шаром Паскаля. На темном фоне показывают также нагревание спирали током.

В некоторых случаях видимость явления значительно улучшается, если оно демонстрируется на фоне просвечивающего экрана или в *проходящем свете.*

Просвечивающий экран используют при демонстрации опытов, ставящихся с прозрачными жидкостями или с приборами, имеющими прозрачные

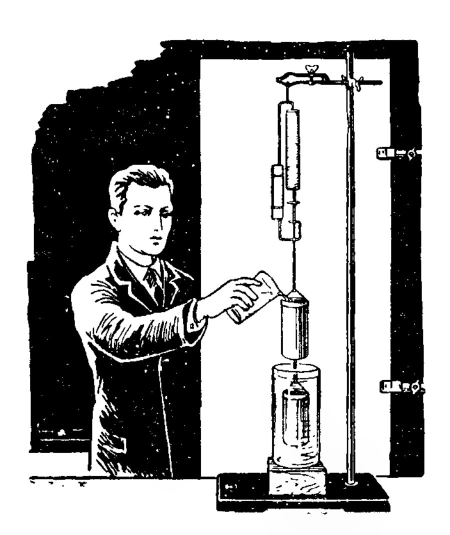


Рис. 6-2.

шкалы, например у электрометра.

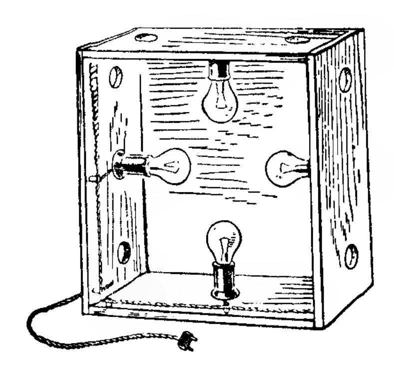


Рис. 6-3.

В просвечивающих экранах для рассеивания света применяют матовое стекло или белую бумагу. Весьма удобен при демонстрации *комбинированный экран.* Его можно изготовить в виде прямоугольного ящика с вмонтированными внутрь четырьмя патронами для осветительных ламп (рис. 6-3). Одну сторону ящика закрывают фанерой, которую снаружи красят черной краской, а другую (на рисунке не показана) затягивают белым материалом или бумагой, хорошо рассеивающими свет. При включенных лампах этот экран служит просвечивающим экраном, а при выключенных лампах — белым фоном. (Если экран сделать съемным и применять также съемную сетку на раме, то прибор может одновременно служить и сушильным ящиком для опытов по электростатике.)

Дополнительное освещение приборов. Во многих случаях при демонстрации опытов необходимо применять добавочное освещение приборов, шкал или отдельных частей установки. Это повышает выразительность опытов и улучшает видимость наблюдаемых явлений. С этой целью используют подсвет с помощью софитов, укрепленных над демонстрационным столом, или лампы с рефлектором.

Применение крупных шкал. Чтобы учащиеся могли с места производить отсчеты показаний приборов, шкалы демонстрационных приборов должны быть крупными. Так, шкалы демонстрационного динамометра и демонстрационного гальванометра сделаны с учетом этого требования.

В тех случаях, когда шкала прибора мелкая, ее приходится увеличивать. Например, при объяснении устройства мензурки и правил измерения ею объемов тел может быть использована шкала, которую прикрепляют к стенке цилиндрического сосуда (рис. 6-4).

Применение стрелок указателей и фиксаторов. В опытах, связанных с изменением положения, линейных размеров или объема тел, с изменением уровня жидкости, целесообразно применять различные указатели: стрелки, кольца, бумажные полоски. Например, при демонстрации расширения жидкостей при нагревании полезно применять резиновые кольца, отмечающие начальный уровень жидкости в трубках.

Подкрашивание жидкостей. При демонстрации опыта с жидкостями, помещаемыми в прозрачные сосуды, в целях лучшей

видимости необходимо жидкость подкрашивать. Для этой цели на практике часто используют раствор марганцовокислого калия, чернила или раствор медного купороса. Это можно признать допустимым только в самом крайнем случае, и то при условии тщательной промывки сосудов тотчас после их употребления. Чернила и марганцовокислый калий окрашивают стенки сосуда, которые потом трудно отмыть. Из раствора медного купороса выпадают кристаллы, оседающие на дне и стенках сосуда.

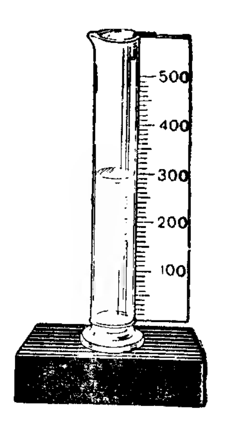


Рис. 6-4.

В качестве подкрашенной жидкости лучше всего использовать раствор фуксина. Для его приготовления небольшое количество фуксина нужно растворить в дистиллированной воде. При отсутствии фуксина цветной раствор хорошего качества можно приготовить одним из следующих способов.

В стакане дистиллированной воды растворяют одну таблетку фенолфталеина (пурген), добавляют несколько капель нашатырного спирта. После растворения получается жидкость красного цвета.

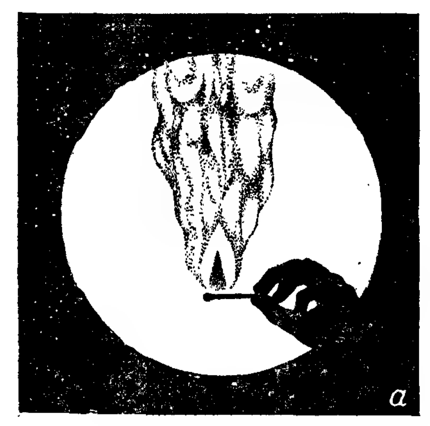
Хорошие результаты дает также раствор хвойного концентрата (продается в аптеках). Часть таблетки следует растворить в горячей воде, раствор профильтровать. В отраженном свете раствор дает ярко-зеленое свечение (флуоресценцию), в проходящем — желтое.

Цветной раствор можно приготовить также из столовой красной свеклы. Для этого свеклу настаивают в горячей воде. Образовавшийся раствор тщательно фильтруют, затем сливают в сосуд, в котором и ставят раствор на хранение. В раствор добавляют немного сахару.

Проецирование приборов на экран. В тех случаях, когда ни один из вышеуказанных приемов не обеспечивает хорошей видимости опыта, рекомендуется применять проецирование на экран. Проецирование бывает теневое и световое. При теневом проецировании получают на экране тень от прибора или установки, по изображению которой и судят о протекании демонстрируемого явления.

В простейшем случае используют теневое изображение приборов или установок при освещении их пучком лучей от точечного источника света (электрическая дуга или автомобильная лампочка). Для этой цели очень удобен малый осветитель, выпускаемый Главучтехпромом. Примеры опытов, отчетливо наблюдаемых при теневом проецировании, показаны на рисунке 6-5.

При световом проецировании прибор или явление демонстрируют на экране с помощью проекционного фонаря. Например, так показывают силовые линии электрического поля, поднятие и опускание жидкости в капиллярных трубках.



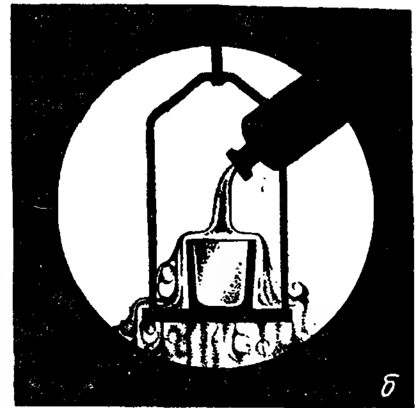


Рис. 6-5.

Проецирование на экран дает возможность показать явление в увеличенном виде, что особенно полезно в тех случаях, когда размеры приборов малы или наблюдаемые изменения при протекании демонстрируемых явлений незначительны. Однако не следует переоценивать метод проецирования и злоупотреблять им. Учитель всегда должен иметь в виду, что наблюдение явлений в натуре, на физическом приборе более убедительно для учащихся, а потому предпочтительнее, чем любая проекция. Проецирование прибора или установки используют лишь тогда, когда невозможно обеспечить достаточную наглядность опыта другими средствами.

4. ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Некоторые приборы, установки, материалы, а также источники энергии, используемые в процессе преподавания физики, при небрежном или неумелом обращении с ними могут нанести ущерб здоровью учащихся и учителя или вызвать несчастные случаи. Поэтому каждый опыт нужно тщательно продумать заранее в отношении мер безопасности.

Опасными являются опыты с ртутью, с током высокого напряжения, с веществами, выделяющими ядовитые газы, с легковоспламеняющимися жидкостями, опыты, в которых применяется высокое давление на стенки стеклянной посуды, опыты с радиоактивными веществами.

Приказом Министерства просвещения РСФСР запрещены опыты с открытой поверхностью ртути в школе. В учебных помещениях школы наличие паров ртути в воздухе вообще недопустимо. Поэтому опыты с ртутью нужно заменять другими вариантами их без применения ртути.

При небрежном обращении со спиртом, эфиром, водородом и бензином могут быть опасные взрывы. Если на фитиле спиртовки отсутствуют металлическая трубка и шайба, закрывающая целиком отверстие спиртовки, то при ее зажигании может воспламениться спирт в резервуаре. Спиртовку нельзя зажигать непосредственно от другой спиртовки, а только спичкой и на расстоянии вытянутой руки.

В лампах и горелках нельзя применять бензин вместо керосина. Не следует допускать полного выгорания жидкости, чрезмерного повышения давления в резервуаре и нагрева резервуара.

В опытах с водородом, а также при получении «паяльной жидкости» из соляной кислоты может образоваться гремучий газ. Следует остерегаться его воспламенения, которое может привести к взрыву. При зарядке кислотных аккумуляторов выделяются пары серной кислоты и водород, что создает опасность отравлений и взрывов. Поэтому зарядку аккумуляторов нужно проводить вне кабинета, в хорошо вентилируемых помещениях. При демонстрации плавления и кипения нельзя применять вещества, дающие вредные испарения (например, серу).

Во всех случаях использования тока от сети переменного тока нужно иметь в виду, что в местах присоединения нагрузок к электрической сети должны стоять исправные предохранители, рассчитанные на соответствующую силу тока. Применение так называемых «жучков» недопустимо. При демонстрации опытов по возможности надо пользоваться низким напряжением (до 12 В). Категорически запрещается касаться неизолированных частей цепи под током. Работающие электронагревательные приборы нельзя оставлять без присмотра. Небрежность в таком деле может привести к пожарам.

При изучении статического электричества используют электрофорную машину и иногда разряжают ее через цепь учеников. Этого делать не следует.

Особенно опасны опыты с радиоактивными веществами. К источникам радиоактивного излучения нельзя прикасаться руками. Извлечение источника из прибора и ремонт его в присутствии учащихся недопустимы. Нежелательно использование радиоактивных светящихся красок, так как их излучение оказывает вредное действие на организм.

В целях обеспечения радиационной безопасности в школе Министерство просвещения РСФСР приказом от 25 марта 1965 г. категорически запретило использование имеющихся в школах рентгеновских трубок, трубок для демонстрации отклонения катодных лучей, трубок вакуумных со звездой и мельничкой.

В целях охраны здоровья детей и предупреждения несчастных случаев в кабинете физики необходимо всегда строго со-

блюдать технику безопасности. Учитель должен подавать учащимся пример точного выполнения требований техники безопасности при демонстрации физических опытов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буров В. А. и др. Демонстрационные опыты по физике в VI—VII классах средней школы. М., «Просвещение», 1970.
2. Горячкин Е. Н., Орехов В. П. Методика и техника физического демонстрационного эксперимента в восьмилетней школе. М., «Просвещение», 1964.
3. Жерехов Г. И. Политехническое обучение в демонстрационных опытах. М., Учпедгиз, 1957.
4. Кузьмин А. П. и Покровский А. А. Опыты по физике с проекционной аппаратурой. М., Учпедгиз, 1962.
5. Марголис А. А. и др. Практикум по школьному физическому эксперименту. М., «Просвещение», 1968.

ГЛАВА 7

НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ОБУЧЕНИИ

Для успешного преподавания физики необходимы не только демонстрации опытов, выполнение практических и лабораторных работ, но и применение на уроках различных наглядных пособий. Наглядные пособия создают у учащихся необходимые образы явлений, машин и приборов, активизируют мышление, поддерживают внимание и интерес к изучаемому, оживляют учебный процесс и тем самым способствуют лучшему усвоению материала.

При изучении физики часто приходится наблюдать не сами явления, а действия, вызываемые этими явлениями: отдельные приборы бывают сложны, а их внутренние части плохо видны или не видны вовсе; многие явления и их технические применения вообще нельзя показать в натуре. Все это также требует применения наглядных пособий.

К наглядным пособиям относятся объемные пособия (модели, коллекции, макеты); графические наглядные пособия (таблицы, плакаты, монтажи, диаграммы, графики); рисунки и чертежи на классной доске; диа- и эпипроекции; кинопроекции.

1. ОБЪЕМНЫЕ НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ

Модели. В тех случаях, когда прибор или установку нельзя показать в натуре, следует использовать объемную модель как наиболее близкое подобие оригинала. Модели могут иметь различное назначение и устройство.

При изучении устройства и принципа действия машин, технических установок и приборов, а также технологических про-

цессов, основанных на изучаемых физических явлениях, применяют действующие модели (например, тепловые и электрические двигатели, гидравлический пресс). Многие действующие модели выпускает Главучтехпром. Некоторые из них выполнены из органического стекла, что позволяет видеть явления, происходящие внутри установки при демонстрации ее работы. Многие модели (например, модели водопровода, водяного отопления) могут быть сконструированы и изготовлены силами учащихся на занятиях физического кружка.

Некоторые модели (например, модели подъемного крана, шагающего экскаватора) нетрудно собрать из наборов «Металлоконструктор», «Электроконструктор», «Сто занимательных опытов по электричеству». Все модели должны быть изготовлены достаточных размеров. Достоинство крупных моделей в их наглядности.

В тех случаях, когда требуется показать внутреннее устройство машины или установки и взаимодействие частей механизмов, применяют модели-разрезы, например разрез двигателя внутреннего сгорания.

Кинематические схемы. Особую группу наглядных пособий представляют кинематические схемы и модели, которые обычно изготовляют из картона или фанеры. К этой группе наглядных пособий относятся, например, кинематическая схема устройства всасывающего и нагнетательного насосов, схема шлюзования. Особенность кинематических схем состоит в том, что в них имеются движущиеся элементы, с помощью которых имитируется движение частей механизма, например движение клапанов и поршня в водяных насосах. Такие модели в сочетании с демонстрацией опытов помогают усвоению принципов действия машин и приборов.

К кинематическим схемам примыкают электрифицированные схемы, позволяющие представить физические явления в динамике, в развитии.

Однако, несмотря на большое значение и пользу различных кинематических схем, везде, где только есть возможность, нужно стремиться воспроизводить физические явления с помощью демонстрационных опытов и лабораторных работ учащихся.

Иллюстративные модели — макеты. Макеты — это модели без движущихся частей, например модель кристаллической решетки.

Макеты имеют ограниченное применение в преподавании физики. Их значение нельзя переоценивать. Однако в ряде случаев они полезны.

Например, при изучении атомной электростанции демонстрация ее макета, наряду с объяснением принципа действия станции по схеме, дает возможность получить учащимся более наглядное представление.

Коллекции. При изучении ряда тем курса физики применяют коллекции различных материалов, например: «Виды топлива», «Кристаллы», «Проводники и изоляторы», «Пластмассы», «Плавкие предохранители». Для демонстрационных целей коллекции оформляют на панелях, которые затем вывешивают в кабинете. Для фронтальных лабораторных работ коллекции оформляют комплектами в небольших коробках.

Коллекции ценны тем, что они включают натуральные объекты, а не их имитации.

2. ГРАФИЧЕСКИЕ НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ

Таблицы, плакаты служат для ознакомления учащихся с устройством сложных приборов, с внешним видом и работой машин и технических сооружений. В практике школьного обучения применяют настенные и раздаточные графические наглядные пособия.

На плакатах могут быть представлены схемы, поясняющие устройство и принцип действия приборов и технических установок, а также изображение внешнего вида прибора или установки. Это дает возможность учащимся составить более или менее конкретное представление об изучаемых объектах. Издательство «Просвещение» выпускает комплекты настенных таблиц по физике. Многие из них красочно оформлены и выполнены в крупном масштабе, а поэтому весьма наглядны. Такие таблицы необходимо иметь в физическом кабинете.

Особую группу составляют таблицы, показывающие учащимся, как нужно пользоваться тем или иным измерительным прибором. Такие таблицы вывешивают на уроках, когда учащиеся работают с измерительными приборами. В этом случае они помогают учащимся контролировать свои действия при выполнении измерений.

В кабинете полезно также иметь настенные таблицы физических констант (плотностей, теплоемкостей, сопротивлений и др.) и вывешивать их при изучении соответствующих вопросов. Наряду с плакатами и таблицами, изготовленными типографским способом, ряд таблиц и плакатов полезно изготовить силами учащихся.

Таблицы и плакаты необходимо бережно хранить. Место хранения печатных пособий должно быть защищено от прямого попадания солнечных лучей, так как под действием света таблицы быстро «стареют», краски на них выгорают, а бумага становится желтой и хрупкой. Надо оберегать таблицы и от пыли. Учитывая все это, некоторые учителя используют для хранения таблиц затемненные ниши или отгораживают в лаборатории специальное место для них. Хранить таблицы лучше по разделам. Тогда не потребуется много времени для нахождения нужного пособия перед уроком.

В физическом кабинете необходимо иметь и серию портретов ученых-физиков. Портреты могут быть изготовлены при участии членов фотокружка школы.

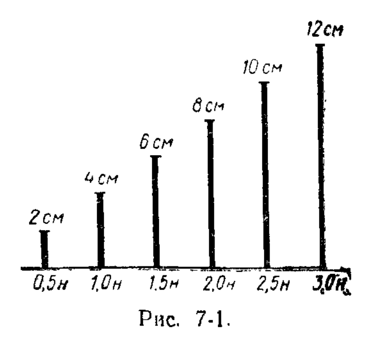


Рис. 7-1.

Монтажи используют для ознакомления учащихся с различными техническими установками, с видами транспорта, связи, а также с достижениями современной науки и техники. Интересные монтажи могут быть выполнены на темы: «Физика и жизнь», «Электрификация СССР», «Полет в космос».

Диаграммы. В преподавании физики учителя часто применяют сравнительные диаграммы (в виде прямоугольников, секторов, параллелепипедов) и линейные диаграммы. С помощью сравнительных диаграмм изображают теплотворность различных видов топлива, удельные теплоемкости вещества, к. п. д. механизмов и машин и др.

Линейные диаграммы применяют для графического анализа функциональной зависимости между величинами. В линейных диаграммах числовые значения независимой переменной в избранном масштабе откладывают по горизонтальной оси, а соответствующие им значения функций — по вертикальной (рис. 7-1).

Графики. Графики — одно из нагляднейших средств выражения функциональной зависимости между величинами. Их широко используют в современной науке и технике. Поэтому важно научить учащихся пользоваться графиками. Работа с графиками способствует развитию функционального мышления школьников, побуждает их к исследованию явлений с количественной стороны. Применение графиков в процессе изложения материала учителем и выполнение учащимися различных графических работ имеют исключительно важное значение для овладения графической грамотностью и более глубокого понимания количественных связей между явлениями и процессами. Первоначальное понятие о графиках сейчас учащиеся получают в V классе на уроках математики, поэтому их следует шире использовать в курсе физики VI класса.

Для выполнения графических работ на доске в кабинете физики желательно разграфить часть доски. Это значительно облегчит труд учителя и учащихся и позволит более рационально использовать время при построении графиков.

3. РИСУНКИ, ЧЕРТЕЖИ И СХЕМЫ

Преподавание физики, «если оно не будет систематически сопровождаться пояснительными рисунками, является совершенно немыслимым, так же как невозможно, например, изучение геометрии при отсутствии чертежей» [1, с. 10].

Рисунок, так же как и слово,— это обобщенный образ реальных предметов или явлений. Его выполнение основано прежде всего на активной мыслительной деятельности, умении не только «смотреть», но и «видеть» существенное и важное. Рисунок — это и средство изучения физических явлений и законов, и средство развития физического мышления учащихся.

Умение рисовать и чертить — один из важных элементов политехнической подготовки, необходимой людям самых различных профессий. Рисунки и чертежи оказывают положительное влияние на различные стороны педагогического процесса: экономят время на объяснение нового материала, опрос или запись условия задач: дисциплинируют и делают более наглядными и удобочитаемыми записи в конспекте учителя и учащихся; облегчают припоминание материала при его повторении.

В школе должен быть единый фронт борьбы за графическую грамотность учащихся, так же как за единый орфографический режим или математическую культуру. Учителю и учащимся на уроках физики необходимо уметь:

делать простейшие «художественные», т. е. в перспективе, зарисовки приборов и установок;

выполнять схематические рисунки указанных объектов в ортогональной проекции;

чертить схемы с условными обозначениями приборов;

вычерчивать графики и диаграммы.

В подавляющем большинстве случаев на уроках физики выполняют только схематические рисунки, требующие знаний и навыков проекционного и технического черчения и некоторых условных обозначений, а также вычерчивают схемы.

Сочетания в одном и том же рисунке пространственного, плоскостного и условного (схематического) изображений предметов следует избегать.

Отсылая читателя по вопросам художественного рисования к специальной литературе, остановимся подробнее на правилах выполнения указанных видов рисунков и чертежей.

Вначале намечают вид предмета или установки, проекция которого должна быть изображена на рисунке. В одних случаях это вид сверху (расположение опилок вокруг полосового магнита), в других — вид сбоку (магнитная стрелка под проводом в опыте Эрстеда).

Мысленно выделяют главное в рассматриваемом объекте, что и подлежит, как правило, зарисовке. Все вспомогательные или несущественные детали (подставки, держатели) не зарисовывают совсем или дают в условном изображении (рис. 7-2).

Помимо условных изображений, часто приходится рисовать различные сосуды с жидкостями. (Предпочтительным, по нашему мнению, является рис. 7-3, *Б*.)

Подлежащую зарисовке часть мысленно разделяют на более мелкие детали, которые в большинстве случаев в первом приближении можно принять за прямоугольный параллелепипед, цилиндр, конус, шар или их сочетание. В ортогональной проекции на плоскость указанные тела дадут соответственно прямоугольник, треугольник и круг, которые и должны прежде всего уметь четко и быстро изображать учитель и ученики. Оценивают на глаз относительные размеры выделенных частей и их взаимное расположение, что значительно облегчается, если удается мысленно наметить оси симметрии. Выделяют для рисунка часть доски (листа) и приступают к зарисовке с учетом относительных размеров частей рисунка.

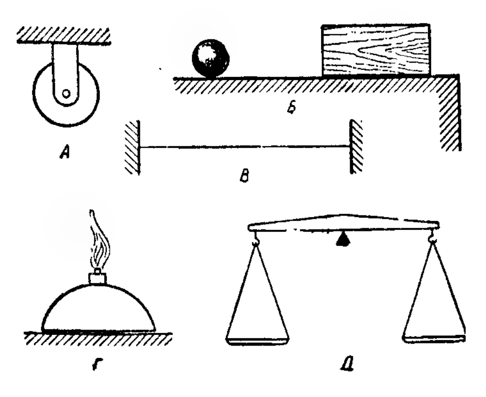


Рис. 7-2.

Условные изображения: *А* — блока; *Б* — подставки с шаром и бруском; *В* — растянутой проволоки; *Г* — спиртовки; *Д* — рычажных весов.

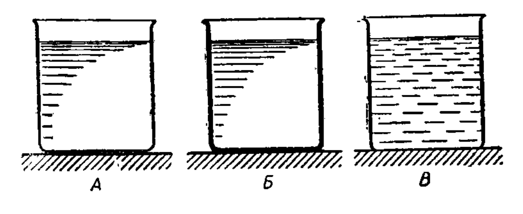


Рис. 7-3.

Рисовать, как правило, лучше от руки, без чертежных инструментов (циркуля, линейки, угольника, транспортира). Это дает экономию во времени и обеспечивает «живое» изображение.

Выполнение рисунков облегчается, если на доске нанести сетку со стороной квадрата примерно 5 см. Сетка облегчает изображение не только прямоугольников, но и окружностей, а также проведение прямых линий под углами 30, 45 и 60°.

Как правило, все то, что будет рисовать учитель, должно быть предварительно нарисовано им в конспекте урока. Отдельные же наиболее сложные рисунки начинающему учителю полезно попробовать нарисовать до урока и на доске.

На уроке рисунок может предшествовать опыту, выполнен одновременно с ним или после него. Но во всех случаях рисунок выполняют одновременно с объяснением и таким образом, чтобы учащиеся постепенно усваивали и переносили его в свои тетради. Это обеспечивает активное участие в работе учащихся на протяжении всего времени вычерчивания рисунка, что

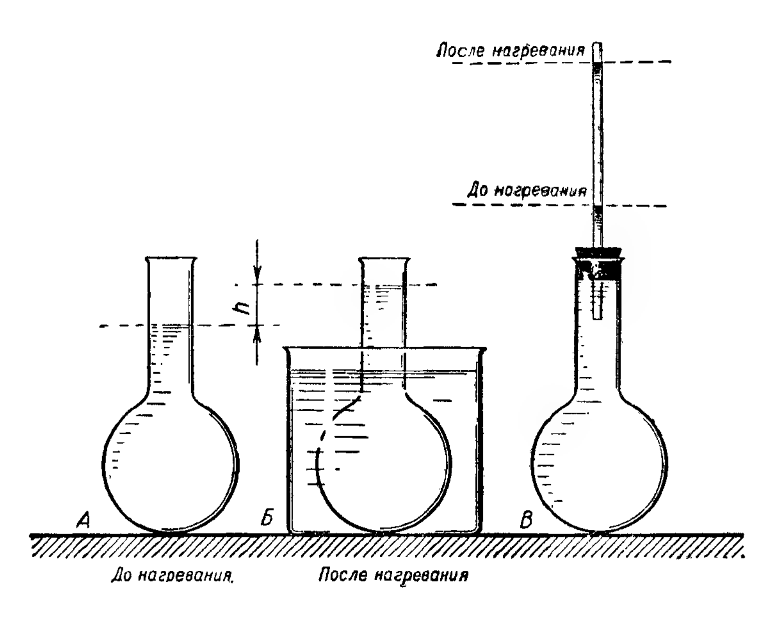


Рис. 7-4.

помогает также уяснению как динамики явления, так и графических приемов.

Для показа динамики опытов используют либо серию рисунков, либо на одном и том же рисунке показывают пунктиром или цветными мелками новое положение деталей прибора или установки (стрелок, рычагов, уровней жидкости).

Допустим, учитель поставил перед учащимися проблему изучить на опыте изменение объема жидкости при нагревании. В ходе обсуждения выдвигают предложение воспользоваться для указанной цели колбой или бутылкой. Учитель ставит на стол колбу, наполняет ее керосином и приступает к зарисовке опыта на доске (рис. 7-4, *А*).

Уровень керосина в горлышке колбы отмечают резиновым кольцом или каким-либо иным способом, а на рисунке — горизонтальной чертой. Затем опускают колбу в сосуд с горячей водой, наблюдают подъем уровня керосина и делают рисунок 7-4, *Б*. Для большей наглядности опыта в горлышко колбы может быть вставлена пробка с пропущенной в нее стеклянной трубкой. В таком случае опыт будет сопровождаться последовательным выполнением рисунка 7-4, *В*.

Вычерчивание схем электрических цепей менее сложно с точки зрения графических навыков, но имеет свои специфические трудности. Учащиеся должны хорошо знать и неукоснительно выполнять условные обозначения в соответствии с ГОСТом.

4. ЭПИ- И ДИАПРОЕКЦИЯ. УЧЕБНОЕ КИНО

Эпипроекция. В преподавании физики довольно широко применяют такое средство наглядности, как проецирование непрозрачных предметов и рисунков на экран с помощью эпидиаскопа.

Эпипроекцию используют в тех случаях, когда в учебниках, журналах или в научно-популярных книгах имеются рисунки, представляющие интерес для урока, а получить увеличенное изображение их в репродукции не представляется возможным.

Эпипроекцию используют также для проецирования некоторых мелких деталей и приборов. Например, при объяснении устройства плавких предохранителей последние проецируют на экран, при этом учащимся предоставляется возможность рассмотреть паспортные данные приборов.

Эпископическую проекцию удобно использовать при анализе ошибок учащихся в записях и зарисовках, допущенных в тетрадях по физике. Для этого тетрадь ученика помещают на столик эпископа и проецируют на экран. Некоторые учителя применяют такой прием при анализе контрольных работ. Это дает возможность наглядно показать всему классу недостатки в решении задач и лучшие решения.

С помощью эпидиаскопа легко изготовлять схемы больших размеров. Для этой цели чистый лист бумаги, на котором нужно получить схему, вывешивают на доске в качестве экрана, рисунок или схему помещают на столике эпископа и проецируют на экран, контуры рисунков на бумаге обводят черным карандашом, после чего рисунок (или схему) дорабатывают тушью, краской или цветным карандашом.

Диапроекция. На уроках физики широко применяют проецирование на экран прозрачных картин: диапозитивов, диафильмов и кинофильмов.

Использование диапозитивов в курсе физики значительно расширяет область применения картин, схем и различного рода снимков.

В настоящее время Главучтехпром выпускает специальные комплекты диапозитивов по многим темам курса физики, например: «Тепловые машины», «Завоевание космоса», «Атомную энергию — на благо народа». Специальные наборы диапозитивов выпущены отдельно для VI и VII классов. К этим наборам приложены руководства, в которых даны методические указания о демонстрации и использовании диапозитивов на уроках физики.

Диапозитивы могут быть изготовлены своими силами. На них могут быть отсняты тексты контрольных работ, задания с вариантами ответов, схемы сложных приборов, таблицы и т. п., дидактический материал, необходимый для уроков. Для де-

монстрации их удобен проектор «Свитязь», в кассету которого сразу можно заложить 20 диапозитивов.

Учебное кино. Кино отличается необычайной наглядностью благодаря динамике проецируемых на экране явлений и событий. Вполне понятны поэтому любовь и повышенный интерес детей к кинофильмам. Кино пользуется особыми, только ему присущими приемами, такими, как мультипликация, замедленная и ускоренная съемки, дающие при проекции ускоренное или замедленное движение.

При правильном использовании кино учитель получает возможность значительно активизировать учебный процесс. Технические кинофильмы — важное средство политехнического обучения.

Однако киносеансы не должны заменять демонстрации опытов, самостоятельной работы учащихся и непосредственных наблюдений в природе и технике. Кинофильмы не нужны там, где задачу проще и лучше разрешают таблицы, рисунки, диапозитивы.

Демонстрация кинофильмов целесообразна при ознакомлении учащихся с техническими установками, с оборудованием научно-исследовательских лабораторий, при изучении явлений, которые невозможно продемонстрировать на опытах.

Кинофильм должен быть органически связан с темой урока. Показывать на уроке его нужно тогда, когда это необходимо по ходу объяснения материала учителем. Поэтому нужны не специальные киноуроки, а обычный урок физики с демонстрацией короткометражных фильмов продолжительностью от 5 до 15 минут. В этом отношении весьма удобны кинокольцовки.

Основное достоинство кинокольцовки состоит в возможности многократного повторения кадров на экране, а также в возможности демонстрации серии кольцовок в любом желательном учителю порядке. Поэтому кинокольцовка в ряде случаев бывает более эффективным пособием, чем кинофильм.

Прежде чем показать фильм учащимся, учитель должен ознакомиться с его содержанием, чтобы верно определить его место на уроке, дидактическую цель, которая должна быть достигнута с помощью фильма, приемы активизации мышления учащихся в процессе его демонстрации.

Учебные кинофильмы на уроке могут выполнять следующие функции: объяснять часть материала вместо учителя, иллюстрировать объяснение учителя, показывать и объяснять технические применения изучаемого явления, закона, подытоживать изучение темы, делать введение в новую тему, заменять экскурсию, если ее невозможно провести в данных условиях.

В зависимости от учебной задачи, которую призван решать фильм, определяется его место на уроке и методика урока. Демонстрация фильма может завершать урок или органически сливаться с объяснением учителя. В большинстве случаев про-

смотр кадров из кинофильма сочетают с рассказом учителя, демонстрацией опытов, самостоятельной работой учащихся. Иногда перед показом кинокартины учитель кратко рассказывает, на что необходимо обратить внимание во время просмотра фильма. Иногда демонстрируют часть фильма, затем разбирают основные вопросы, после этого возобновляют демонстрацию. В некоторых случаях изучение нового может быть начато с просмотра фильма. Так, на уроке по теме «Первоначальные сведения об электричестве» можно продемонстрировать кинофильм, рассказывающий о значении электричества и широком применении его в жизни, после чего перейти к изложению темы урока. Полезно демонстрировать кинофильмы при повторении материала. В этом случае вначале следует провести краткое повторение, а затем показать фильм.

Активизацию работы учащихся на уроке во время просмотра кинофильма осуществляют различными путями. Укажем основные из них:

перед показом фильма ставят ряд вопросов, на которые учащиеся должны ответить после просмотра фильма;

школьникам предлагают объяснить явления, которые они увидят в фильме; отобрать из фильма опыты и примеры, не показанные на уроке; сделать зарисовки, произвести расчеты;

учащихся опрашивают после просмотра фильма или отдельных фрагментов его.

Все указанные приемы направлены на то, чтобы активизировать внимание учеников во время просмотра фильма, сделать целенаправленным их восприятие и тем самым повысить эффективность применения кинофильмов.

5. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ОБУЧЕНИИ

К наглядным пособиям по физике следует отнести и такие технические средства, как радио, телевидение и обучающие машины. Радио и телевидение значительно расширяют возможности школьного курса физики.

Радио. По радио для учащихся в определенные часы могут быть организованы лекции и беседы по отдельным вопросам курса физики, передачи о новейших достижениях в области науки и техники, о применении научных открытий в производстве. Эти передачи могут быть использованы в школе как на уроках физики, так и во внеклассной работе.

Имея программу радиовещания, учитель предлагает школьникам прослушать дома соответствующую передачу. В отдельных случаях перед учащимися ставят вопросы, ответы на которые можно получить из радиопередачи. На очередном уроке учитель проводит краткую беседу о прослушанном, разбирает вопросы, возникшие у учащихся, а в дальнейшей работе неод-

нократно возвращается к теме радиопередачи. Отдельные лекции можно записать на магнитофонные ленты и в нужный момент воспроизвести на уроке или при подготовке к нему.

К сожалению, возможности местного и центрального радиовещания пока еще не используют в достаточной мере в учебных целях.

Телевидение. Среди современных научно-технических средств в обучении особое место занимает телевидение. Оно имеет ряд преимуществ перед кино, радио, магнитофонной звукозаписью и звуковоспроизведением. Дети проявляют исключительный интерес к телепередачам, и это должно быть использовано в учебно-педагогических целях.

Телевидение позволяет показать многое из того, что нельзя продемонстрировать на уроке. Под руководством «телевизионного учителя» учащиеся могут совершить экскурсии на атомную электростанцию, на подводную лодку, в крупные научные лаборатории, на промышленные предприятия. Это особенно важно для школ, расположенных далеко от крупных промышленных центров, а также для городских школ при знакомстве с техникой сельского хозяйства.

Учебные телевизионные передачи включают в себя выразительное слово квалифицированного педагога, лекции крупных ученых, демонстрацию наглядных пособий, недоступных для многих школ, встречи-беседы с новаторами промышленного и сельскохозяйственного производства. Телевидение всегда современно, в то время как материал кинофильмов устаревает. Оно может быть использовано и в целях организации домашней самостоятельной работы учащихся.

Особенностью телевизионных передач является отсутствие обратной связи с учащимися, поэтому учитель должен особенно тщательно продумывать методику проведения таких уроков. Школьникам заранее надо сообщить тему передачи, посоветовать во время передачи не только смотреть и слушать, но и записывать наиболее важные положения в тетради. На следующем уроке при опросе учащихся учитель предлагает им включить в свои ответы материал телепередачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горячкин Е. Н. Методика преподавания физики в семилетней школе, т. IV. Рисунки и чертежи на уроках физики. М., Учпедгиз, 1955.

2. Загайнов А. В. Серия таблиц по самоконтролю измерительных умений и навыков учащихся в восьмилетней школе. —«Физика в школе», 1972, № 3.

3. Редько Г. Б. О методике применения учебных телепередач на уроках физики.—«Физика в школе», 1972, № 3.

4. Хозяинов Г. И. Об использовании кинофильмов на уроках физики. —«Физика в школе», 1971, № 3.

ГЛАВА 8

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

1. ЗНАЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы в курсе физики имеют большое образовательное и воспитательное значение. В процессе проведения опытов учащиеся убеждаются в объективности физических законов и получают представление о методах, применяемых в научных исследованиях по физике. Выполнение лабораторных работ способствует более глубокому усвоению учащимися физических законов, привитию умений и навыков в обращении с измерительными приборами, приучает сознательно применять знания в жизни. Лабораторные работы играют важную роль в трудовом воспитании и политехническом образовании учащихся. Правильно организованные лабораторные занятия активизируют мысль учащихся, приучают их самостоятельно искать ответ на поставленный вопрос экспериментальным путем.

На лабораторных занятиях может осуществляться решение следующих учебных задач:

иллюстрация (подтверждение справедливости) изучаемых законов, например проверка условия равновесия рычага, иллюстрация закона Ома для участка цепи;

овладение методами измерения физических величин, например определение сопротивления проводников, определение мощности тока, потребляемого электрической лампочкой;

изучение связи между физическими величинами и установление закономерностей явлений, например изучение зависимости силы тока от сопротивления цепи и от числа параллельно подключенных потребителей;

привитие умений пользования измерительными приборами: динамометром, весами, манометрами различных видов, амперметром, вольтметром;

выработка умения чтения схем;

развитие у учащихся конструкторских способностей и технической смекалки;

изучение устройства и принципа действия физических приборов.

2. ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

В практике преподавания получили распространение две основные формы организации лабораторных занятий: фронтальные лабораторные работы и физический практикум.

На фронтальных лабораторных занятиях все учащиеся класса одновременно выполняют работу на одну тему и с одинако-

вым оборудованием. Все лабораторные работы, предусмотренные программой по физике для учащихся VI и VII классов, рассчитаны на проведение таким способом.

Фронтальные лабораторные работы могут быть длительными, рассчитанными на целый урок, и кратковременными — на 5—10 минут. Последние иногда называют фронтальными опытами. Кратковременно могут быть проведены следующие работы: определение плотности жидкости ареометром, измерение силы динамометром (VI класс), измерение напряжения на различных участках электрической цепи (VII класс) и др.

Занимая немного времени на уроке, такие работы значительно повышают эффективность преподавания физики. Вместе с тем они подготавливают учащихся к проведению более сложных работ и увеличивают количество упражнений с приборами, столь необходимых для формирования практических навыков.

Педагогическая ценность фронтальных лабораторных работ заключается в том, что их проводят в органической связи с изучаемым программным материалом на протяжении всего учебного года. Наличие общей темы работы облегчает руководство работой учащихся на уроке. Однако наряду с указанными достоинствами метод фронтальных работ имеет и недостатки. Один из них заключается в том, что на лабораторных работах используют в основном учебные приборы, хотя в целях формирования практических навыков весьма желательно знакомить учащихся с приборами техническими.

Физический практикум — более высокая ступень лабораторных занятий — имеет следующие особенности: различные группы учащихся выполняют разные работы; по содержанию работы физического практикума более сложны, чем фронтальные работы, и для выполнения их, как правило, требуется больше времени; работы физического практикума ставят в конце полугодия или учебного года, а иногда после изучения крупного раздела.

Домашние экспериментальные работы представляют собой особый вид домашних заданий (гл. 11, *3*), при выполнении которых учащиеся используют предметы домашнего обихода, простейшие самодельные приборы, проводят наблюдения и опыты.

Домашние экспериментальные занятия помогают учащимся увидеть проявление изучаемых физических законов в окружающей жизни и тем самым способствуют связи теории с практикой. Вместе с тем они способствуют развитию наблюдательности, приобретению практических умений и навыков [2; 5].

3. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ФРОНТАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Планируя лабораторные работы, нужно иметь в виду следующее: в программе лабораторные работы указаны в конце тем, но это не означает, что их обязательно следует ставить после изучения всей темы. Время постановки той или иной работы, ее место в учебном процессе определяются прежде всего задачами, которые ставят перед этой лабораторной работой.

В некоторых случаях изучение темы урока целесообразно начать с выполнения лабораторной работы, а затем перейти к выводу или формулировке закона. В этом случае объяснение нового материала строят на основе результата лабораторной работы. Так, например, можно проводить объяснение по теме «Плавление кристаллических тел» в VII классе.

В других случаях лабораторные работы проводят с целью углубления и закрепления того, что изучено учащимися. Так, например, лабораторную работу «Определение эффективности установки с электрическим нагревателем» проводят после изучения теплового действия электрического тока с целью закрепления.

Иногда полезно лабораторные работы ставить в форме задач. Например, лабораторную работу «Определение мощности, потребляемой электрической лампочкой» целесообразно поставить в виде контрольной задачи, завершающей изучение соответствующей темы.

Наконец, часть работ проводят с целью повторения материала ряда пройденных тем.

Для успешного проведения лабораторных работ в физическом кабинете необходимо иметь типовое лабораторное оборудование в таком количестве, чтобы при выполнении работ можно было ставить один комплект на 1—2 учащихся. Только при этом условии будет обеспечен высокий уровень проведения лабораторных занятий и учащиеся почувствуют удовлетворение от их выполнения. Наряду с фабричным в ряде работ можно использовать самодельное оборудование. Например, для выполнения лабораторной работы «Определение к.п.д. при подъеме тела по наклонной плоскости» (VI класс) применяют трибометр. Его вполне можно изготовить в мастерских школы.

Разумеется, самодельные приборы по физике должны быть изготовлены так, чтобы они удовлетворяли всем основным методическим требованиям (хорошее внешнее оформление, надежность и удобство в работе, простота конструкции). Заметим только, что недопустимо самодельное изготовление приборов-измерителей (весов, линеек, мензурок). Эти приборы должны быть обязательно промышленного изготовления, так как в работах требуется обеспечить необходимую точность. Кроме того, работа с такими самодельными измерительными прибора-

ми будет мешать формированию правильных измерительных навыков.

Чтобы ученики могли уверенно и быстро разобраться в содержании лабораторных работ и выполнять их качественно, им необходимо хорошо знать теоретический материал, относящийся к этим работам. Поэтому учитель заранее должен планировать повторение соответствующего материала. При подготовке к работам, служащим для закрепления пройденного материала, школьникам своевременно надо указать вопросы, которые им необходимо повторить самостоятельно, а также решить с ними ряд задач из соответствующих разделов курса физики.

Каждая лабораторная работа требует тщательной подготовки необходимых приборов и материалов. Приборы должны быть подобраны комплектами (рис. 8-1), тщательно проверены. Целесообразно применение специальных ящиков-укладок для приборов. Укладки делают такими, чтобы в них можно было поместить весь комплект приборов. Отсутствие в комплекте части приборов сразу видно по свободным местам в укладке. Применение укладок облегчает раздачу приборов в начале урока и сбор их в конце работы. В большинстве работ приборы не следует выставлять на столы учащихся до непосредственного выполнения работы, чтобы не отвлекать внимания учеников при объяснении учителя. До начала урока выставляют на столы только самые громоздкие приборы.

Как показывает опыт, составление и выдача учащимся при выполнении фронтальных лабораторных работ специальных письменных инструкций излишни, так как содержание лабораторных работ описано в учебниках физики. С описанием работы следует познакомиться ученикам перед ее выполнением. Однако надо иметь в виду, что описание ряда работ в учебниках чрезмерно детализировано. Это лишает учащихся самосто-

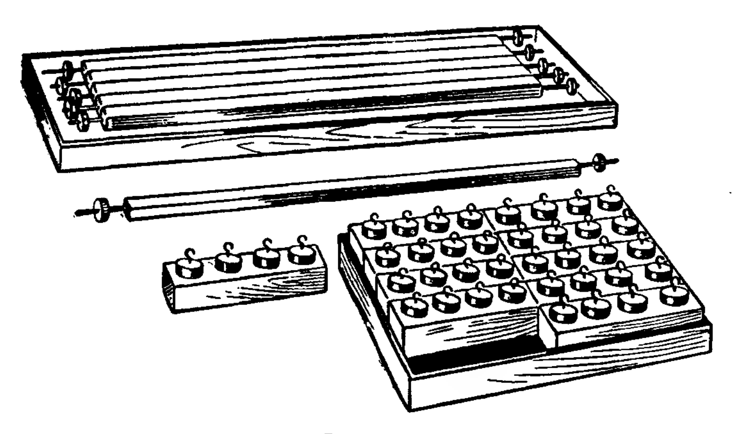


Рис. 8-1.

ятельности. Поэтому наряду с выполнением работ по описаниям, имеющимся в учебнике, необходимо организовать и такое их проведение, при котором учащимся формулируют только цель работы, способы же ее выполнения им предлагают определить самостоятельно.

Урок, посвященный выполнению лабораторной работы, можно строить по-разному, в зависимости от цели и содержания работы. На основании опыта учителей может быть рекомендована следующая наиболее распространенная схема проведения такого урока: вводная беседа; выполнение эксперимента учащимися и обработка результатов измерения; подведение итогов работы.

Вводная беседа имеет целью выявить готовность учащихся к сознательному выполнению лабораторной работы, что достигают проведением фронтального опроса по материалу, знание которого необходимо для сознательного выполнения работы. После этого формулируют цель работы и обсуждают ход ее выполнения (план). В связи с этим дают краткие указания о правилах обращения с приборами и материалами, а также об оформлении отчета. Такая подготовка к выполнению лабораторных работ осообенно необходима в VI классе, когда учащиеся еще не имеют достаточных умений и навыков для выполнения лабораторных работ. В дальнейшем нужно практиковать и такое проведение лабораторных работ, при котором во вводной беседе только разъясняют задачи работы. Порядок выполнения работы учащиеся определяют самостоятельно.

Проводя вводную беседу, необходимо обратить внимание учащихся на правила и точность измерений физических величин, на возможные ошибки и меры их предупреждения, указать на меры предосторожности, которые необходимо соблюдать в процессе выполнения работы. Как правило, учащиеся не должны включать без проверки преподавателя электрические цепи. Осторожное обращение с приборами и соблюдение правил измерений необходимы в каждой работе.

Выполнение эксперимента учащимися. Приступая к выполнению лабораторной работы, учащиеся знакомятся с приборами, проверяют, все ли необходимое имеется на столах. Затем в соответствии с установленным планом работы они самостоятельно проводят опыты и измерения, результаты измерений заносят в таблицу. Для повышения точности результатов работы следует рекомендовать сделать измерения одной и той же величины несколько (3—5) раз и найти среднее ее значение.

Учитель, проходя по рядам, следит за работой учащихся, дает практические указания, а в необходимых случаях оказывает индивидуальную помощь. Особое внимание следует обращать на соблюдение правил измерения и умение пользоваться приборами. Если обнаруживается, что многие ученики допускают типичную ошибку, например неправильное включение ам-

перметра или вольтметра, учитель еще раз обращает внимание всех учащихся класса на допущенную ошибку и показывает, как следует делать это правильно. В то же время необходимо приучать школьников к большей самостоятельности в работе и оценке ее результатов. Поэтому нужно избегать излишней опеки. Объем работы должен быть таким, чтобы все ученики не спеша могли нормально выполнить работу до конца и провести обработку результатов измерений.

Проверка отчетов и оценка лабораторных работ учащихся. По выполняемой лабораторной работе ученики составляют краткие отчеты в своих тетрадях. Эти отчеты должны быть тщательно проверены учителем как с точки зрения содержания, так и с точки зрения качества оформления. Все лабораторные работы, как правило, необходимо оценить. Это повысит ответственность учащихся за их выполнение.

Поскольку выполнение работы и оформление отчета составляют единый процесс, то за лабораторную работу должна быть выставлена одна общая оценка. При этом учителю нужно учитывать степень самостоятельности учащихся в работе, умения учеников, правильность и точность результатов измерений и вычислений, грамотность оформления отчета. Необходимо также при оценке учитывать соблюдение учащимися правил техники безопасности.

Различные неудачи — короткие замыкания, разлитая вода, разбитая посуда — безусловно должны учитываться. При оценке лабораторных работ учитель должен быть очень внимательным и тактичным. Только при этом условии оценка будет стимулировать работу учащихся. Чтобы составить полное представление о работе ученика во время проведения лабораторной работы, учитель наблюдает за действиями учеников. При этом он отмечает для себя, насколько правильно и умело организует каждый из них свое рабочее место, как ориентируется в выборе приборов и оборудования, собирает установки и производит измерения.

Проверив затем письменные отчеты и сопоставив их содержание и качество выполнения со своими наблюдениями за действиями учащихся на уроке, учитель выставляет оценку за выполнение лабораторной работы в тетради учащихся и в классный журнал. В некоторых случаях необходима краткая мотивировка выставленной оценки с указанием ошибок, допущенных учеником при выполнении практической части работы и при составлении письменного отчета. В таких случаях полезно также указать, какой материал по учебнику нужно повторить ученику, чтобы в дальнейшем не делать подобных ошибок.

Учитель не всегда может составить представление о качестве работы всех учеников. В этом случае лучше оценить объективно работу лишь тех учеников, за действиями которых велось наблюдение, а остальных оценить на следующей лабораторной

работе или после дополнительной беседы с учеником при разборе работы на следующем уроке.

Подведение итогов работы. В конце урока или на следующем уроке после проверки тетрадей учащихся нужно провести краткое обсуждение результатов работы. Оно имеет целью подведение итогов работы, выявление основных достоинств и недочетов в ней и выяснение причин допущенных ошибок.

В работах измерительного характера нельзя считать лучшей ту работу, в которой получен результат, совпадающий с табличным. В действительности такого совпадения чаще всего не бывает по следующим причинам:

несовершенство школьных приборов;

грубые ошибки в измерениях, допускаемые неопытными экспериментаторами-учащимися;

методы изучения физических законов и явлений, применяемые в школе, упрощены и не могут дать такой точности, которая достигается в науке.

Соблюдение правил выполнения измерений позволяет в значительной мере уменьшить ошибки этого рода.

Учитель должен заранее знать, какие приблизительно результаты могут получиться в данной работе и какова допустимая наибольшая погрешность. Об этом нужно сообщить учащимся при анализе результатов работы. В некоторых работах очень полезно находить средний результат измерений всего класса.

4. ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Физический практикум обязателен только для старших классов, где для него выделяют учебные часы. На основе опыта работы передовых учителей и специальных исследований можно утверждать, что и на первой ступени обучения физике физический практикум также возможен и полезен.

Физический практикум, являясь вторым этапом в лабораторных занятиях, может быть проведен лишь в том случае, когда учащиеся уже приобрели основные практические навыки и умения. Поэтому его уместнее всего проводить в VII классе в виде занятий, на которых подытоживают работу по физике, проверяют практические навыки и умения школьников и выясняют их подготовку к самостоятельному решению поставленных практических задач. Но не исключена возможность проведения практикума и в VI классе.

По тематике работы физического практикума должны в первую очередь дополнять фронтальные лабораторные работы. При выборе тематики работ физического практикума следует также учитывать местные условия, производственное окружение. В сельской школе, например, уместно поставить работу

по определению содержания крахмала в картофеле, объемной плотности почвы и др.

Наиболее подробно вопрос о физическом практикуме разработан С. Я. Шамашом [6]. Не имея возможности подробно останавливаться на проблеме физического практикума, отсылаем интересующихся к указанной выше работе.

Учебное время на проведение физического практикума на первой ступени обучения физике программой не предусмотрено. Это время частично может быть получено за счет более экономного изучения материала. Кроме того, часть работ практикума — это программой предусмотренные лабораторные работы. Их можно проводить не фронтально в течение учебного года, а в виде работ физического практикума в конце года.

Практикум является одной из важных форм учебной работы по систематизации знаний, совершенствованию практических умений и навыков учащихся. Поэтому лучшей подготовкой к нему следует считать своевременное, проводимое при изложении учебного материала знакомство учащихся с приборами и содержанием теоретического материала, составляющего основу работ.

Тем не менее, как показывает практика, необходимо и специальное вводное занятие, на котором надо объяснить учащимся задачи практикума, ознакомить с графиком выполнения работ, дать их краткое содержание, показать оборудование, объяснить, как работать с инструкциями и составлять отчеты.

Перед началом работ в физическом кабинете следует вывесить график работ с указанием домашнего задания к ним, чтобы каждый ученик знал, что он должен подготовить к очередной работе.

Необходимым средством, помогающим учителю организовать проведение работ практикума, являются письменные инструкции-задания. Они помогают ученику ориентироваться в характере задания и последовательности его выполнения.

5. ДОМАШНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Если учитывать обеспечение учащихся необходимыми для выполнения работ приборами, то домашние экспериментальные работы можно разделить на три основных вида:

работы, в которых учащиеся пользуются предметами домашнего обихода и подручными материалами;

работы, в которых учащиеся экспериментируют с самодельными приборами;

работы, выполняемые на приборах, выпускаемых промышленностью.

Наиболее просто организовать работы первого вида. Однако более ценны как раз два других вида работ.

Чрезвычайно полезно, чтобы учащиеся имели дома набор простейших физических приборов и подсобных материалов. Создание такого набора хотя и представляет трудности, но при желании учащихся и их родителей вполне возможно.

В VI и VII классах каждому ученику достаточно иметь дома в своей лаборатории масштабную линейку, мензурку, воронку, рычажные весы, разновес, динамометр, термометр, магнит, железные опилки, соединительные провода, резиновые и стеклянные трубки и другие подсобные материалы. Желательно приобретение также специальных наборов по электромагнетизму, электроконструкторов.

Чтобы задания в полной мере приносили пользу, необходимо требовать от учащихся оформления отчетов, проверять в классе выводы из домашних наблюдений, обсуждать и анализировать их.

Для учителя выпущены некоторые пособия по домашнему экспериментированию учащихся [2, 5]. Многие задания экспериментального характера включены в учебник. Все это создает благоприятные условия для более широкого применения этого вида лабораторных занятий.

Большой интерес представляет пособие С. Я. Шамаша [5]. В нем описаны работы измерительного характера. Все работы можно провести с использованием минимального числа приборов (мензурка, динамометр Бакушинского и измерительная линейка, термометр).

При этом для проведения работ предлагается выдача учащимся из школы домой необходимых приборов, хотя не исключена возможность приобретения их учащимися.

На первой ступени обучения могут быть проведены следующие работы:

1. Определение толщины листа и диаметра проволоки (VI класс).
2. Определение объема бруска (VI класс).
3. Измерение емкости сосуда мензуркой (VI класс).
4. Определение времени одного удара пульса (VI класс).
5. Измерение работы, совершаемой электрическим током (при помощи электросчетчика). Подсчет стоимости электроэнергии за определенное время (VII класс) и др.

В процессе выполнения лабораторных работ по курсу физики VI—VII классов учащиеся должны приобрести, наряду с умениями и навыками в обращении с измерительными приборами, общее представление о погрешности измерений и их причинах, уметь определять абсолютную погрешность прямых измерений, производить обработку результатов измерений по правилам действия с приближенными числами, находить среднее арифметическое нескольких измерений. Учащиеся должны также получить общее понятие об относительной погрешности измерения, выражаемой в процентах [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Буров В. А. и др. Фронтальные лабораторные занятия по физике в средней школе. М., «Просвещение», 1971.
2. Покровский С. Ф. Наблюдай и исследуй сам. М., «Просвещение», 1966.
3. Свиридов В. И. Фронтальные опыты по физике в восьмилетней школе. М., «Просвещение», 1968.
4. Фетисов В. А. Лабораторные работы по физике. М., «Просвещение», 1970.
5. Шамаш С. Я. Домашние измерительные работы по физике. М., «Просвещение», 1964.
6. Шамаш С. Я. Физический практикум в восьмилетней школе. М., «Просвещение», 1964.
7. Фетисов В. А. Оценка точности измерений в курсе физики средней школы. М., «Просвещение», 1974.

ГЛАВА 9

ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ

1. ЗНАЧЕНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Решение задач по физике в VI—VII классах — необходимый элемент учебной работы. Задачи дают материал для упражнений, требующих применения физических законов к объяснению явлений, которые протекают в тех или иных конкретных условиях. Поэтому они имеют большое значение для конкретизации знаний учащихся, для привития им умения видеть различные проявления общих законов. Без такой конкретизации знания остаются книжными, не имеющими практической ценности.

Решение задач способствует более глубокому и прочному усвоению физических законов, развитию логического мышления, сообразительности, инициативы, воли и настойчивости в достижении поставленной цели, вызывает интерес к физике, помогает приобретению навыков самостоятельной работы и служит незаменимым средством для развития самостоятельности в суждениях.

В процессе решения задач на уроке иногда можно ввести новые понятия и формулы, выяснить изучаемые закономерности, подойти к изложению нового материала.

Содержание физических задач расширяет круг знаний учащихся о явлениях природы и техники, знакомит их с практикой коммунистического строительства.

При решении задач ученики непосредственно сталкиваются с необходимостью применять полученные знания по физике в жизни, глубже сознают связь теории с практикой.

Решение задач — одно из важных средств повторения, закрепления и проверки знаний учащихся.

2. ВИДЫ ЗАДАЧ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Задачи по физике разнообразны по содержанию и дидактическим целям. Их можно классифицировать по различным признакам, отражающим наиболее типичные черты для многих задач разного содержания. В методической литературе встречаются разные точки зрения по этому вопросу, что свидетельствует о недостаточной его разработанности.

При рассмотрении этого вопроса нужно учитывать, что классификация задач, как и других научных понятий, может быть осуществлена по различным признакам — в зависимости от целей классификации. В частности, задачи могут быть классифицированы:

по способу подачи содержащейся в них информации;

по основному способу решения — получения ответа на поставленный в задаче вопрос;

по содержанию и другим признакам.

Цели классификации могут быть разные. Если, например, нас интересует, в какой мере решение задачи способствует осуществлению политехнического образования, помогает профориентации, мы будем классифицировать все задачи по содержанию и подсчитывать, какой процент из всех задач, содержащихся в упражнениях учебников и в сборниках задач, с производственно-техническим содержанием, а какое количество — абстрактных. В других случаях удобно классифицировать задачи по способам их решения с целью выявления общего подхода к решению ряда задач или составления алгоритма решения.

Классифицируя задачи по содержащейся в них информации, мы обращаем главное внимание на способ выражения условия задач. Любая из приведенных классификаций не является полной и до конца последовательной, так как иногда одни и те же задачи могут быть в зависимости от способа классификации отнесены к различным группам. Тем не менее в методических целях классификацию задач применять полезно. Остановимся подробнее на первой классификации задач.

По способу выражения условия физические задачи можно разделить на четыре основных вида: текстовые, экспериментальные, графические и задачи-рисунки. Каждый из них в свою очередь разделяется на количественные (или расчетные) и качественные (или задачи-вопросы). В то же время основные виды задач можно разделить по степени трудности на легкие и трудные, тренировочные и творческие задачи и другие типы.

В учебном процессе по физике наиболее часто используют текстовые задачи. Это такие задачи, условие которых выражено словесно, текстуально, причем в условии их есть все необходимые данные, кроме физических констант. По способам решения их разделяют на задачи-вопросы и расчетные.

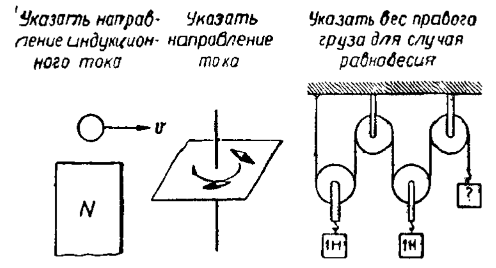


Рис. 9-1. Примеры задач-рисунков.

Задачи-вопросы — это такие задачи, при решении которых требуется (без выполнения расчетов) объяснить то или иное физическое явление или предсказать, как оно будет протекать в определенных условиях. Как правило, в содержании таких задач отсутствуют числовые данные. Например:

1. Бутылка, наполненная водой, в воде тонет. Что произойдет с бутылкой, наполненной ртутью, при погружении ее в сосуд с ртутью? (VI класс.)

2. Почему волосок электрической лампочки накаливается добела, в то время как провода остаются холодными, хотя по ним проходит такой же ток? (VII класс.)

Отсутствие вычислений при решении задач-вопросов позволяет сосредоточить внимание учащихся на физической сущности. Необходимость обоснования ответов на поставленные вопросы приучает школьников рассуждать, помогает глубже осознать сущность физических законов.

Решение задач-вопросов выполняют, как правило, устно, за исключением тех случаев, когда задача содержит графический материал. Ответы могут быть выражены и рисунками. Например, ответ к задаче: «Нарисуйте шар, плавающий на поверхности жидкости, плотность которой вдвое больше плотности вещества шара» — может быть выражен только рисунком.

К задачам-вопросам тесно примыкают задачи-рисунки. В них требуется устно дать ответ на вопрос или изобразить новый рисунок, являющийся ответом на вопрос задачи (рис. 9-1). Решение таких задач способствует воспитанию у учащихся внимания, наблюдательности и развитию графической грамотности.

Количественные задачи — это задачи, в которых ответ на поставленный вопрос не может быть получен без вычислений. При решении таких задач качественный анализ также необходим, но его дополняют еще и количественным анализом с подсчетом тех или иных числовых характеристик процесса. Количественные задачи разделяют по трудности на простые и сложные. Под простыми задачами понимают задачи, требующие несложного анализа и простых вычислений, обычно в одно-два действия. Решение таких задач (в небольшом количестве) необходимо для конкретизации только что изученной закономерности. Наиболее легкие из них могут быть решены устно.

Для решения количественных задач могут быть применены разные способы: арифметический, алгебраический, геометрический, графический.

При арифметическом способе решения задачи применяют арифметические действия и расчеты примерно так же, как в решении задач по арифметике. До перехода школ на ныне действующие программы арифметический способ решения задач был основным в VI классе, а иногда и в VII. Это было обусловлено тем, что изучение алгебры раньше начинали только во втором полугодии VI класса. С переходом школ на действующие сейчас программы решение этого вопроса изменилось. Современная программа по математике уже во II классе предусматривает введение буквенных обозначений, а в V классе — понятия об уравнении первой степени. Это создает благоприятные условия для применения алгебраического способа решения задач в самом начале изучения физики — в VI классе.

Алгебраический способ решения задач заключается в применении формул и уравнений. При геометрическом способе используют теоремы геометрии, а при графическом — графики.

В числе текстовых задач можно выделить абстрактные задачи, задачи, в которых речь идет о явлениях и процессах, наблюдаемых в повседневной жизни, задачи с производственно-техническим содержанием и, наконец, задачи с историческим содержанием. Иногда еще в особую группу текстовых задач выделяют так называемые «занимательные задачи».

Задачи с техническим содержанием учитель может составлять сам, используя сообщения из газет и журналов, радио и телевидения. При составлении задач можно использовать материал производственных экскурсий (гл. 10).

В задачах с историческим содержанием обычно используют факты из истории об открытии законов физики или каких-либо изобретений. Они имеют большое познавательное и воспитательное значение.

Необычная постановка вопроса в занимательных задачах и последующее обсуждение результатов обычно живо заинтересовывают учащихся. Много занимательных задач можно найти в книге Я. И. Перельмана «Занимательная физика» и в журналах «Знание — сила», «Юный техник», «Квант», «Техника — молодежи» и др.

Эксперимент в задачах используют по-разному [1]. В одних случаях из опыта, проводимого на демонстрационном столе, или из опытов, выполняемых учащимися самостоятельно, находят данные, необходимые для решения задачи. В этом случае задача не может быть решена без опыта. В других случаях задача может быть решена и без опыта, на основе данных, указанных в условии задачи. Опыт в таких случаях используют для иллюстрации явлений и процессов, описанных в задаче, или для проверки правильности решения. Но если эксперимент

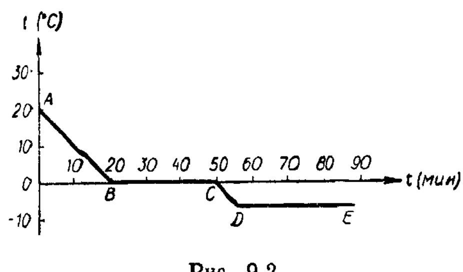


Рис. 9-2.

применяется только для проверки решения, задачу неправомерно называть экспериментальной.

Многие задачи из сборников В. И. Лукашика [5] и В. А. Золотова [3] могут быть поставлены как экспериментальные.

В процессе решения экспериментальных задач у учащихся развивается наблюдательность, совершенствуются навыки обращения с приборами. При этом школьники глубже познают сущность физических явлений и законов.

В графических задачах в процессе решения используют графики. Например:

«Какой процесс изображает график (рис. 9-2)? Какие явления характеризуют части графика *AB, BC, CD* и *DE*? При какой температуре было начато наблюдение и при какой окончено?»

По роли графиков в решении задач различают задачи, ответ на которые может быть получен на основе анализа уже имеющегося графика (например, в приведенном выше случае), и задачи, в которых требуется графически выразить функциональную зависимость между величинами.

Решение графических задач способствует уяснению функциональной зависимости между величинами, привитию навыков работы с графиками. В этом их познавательное и политехническое значение.

Физические задачи, в условии которых не хватает данных для их решения, называют задачами с неполными данными. Недостающие данные для таких задач находят в справочниках, таблицах и в других источниках. С такими задачами учащиеся будут часто встречаться в жизни, поэтому решение в школе подобных задач очень ценно.

Для того чтобы привить учащимся интерес к решению задач, необходимо умело подбирать задачи. Содержание их должно быть понятным и интересным, кратко и четко сформулированным. Математические операции в задаче не должны затушевывать ее физический смысл. Необходимо избегать искусственности и устаревших числовых данных в условиях задач.

Начинать решение задач по темам нужно с простейших, в которых внимание учащихся сосредоточивается на закономерности, изучаемой в данной теме, или на уточнении признаков нового понятия, установлении его связи с другими понятиями (гл. 4, *3*). Затем постепенно следует переходить к задачам более трудным.

Физические задачи в большом количестве есть в учебниках физики для VI и VII классов (А. В. Перышкин, Н. А. Родина. Физика. Учебник для 6 класса, Физика. Учебник для 7 класса. М., «Просвещение», 1975). Учитель имеет возможность отобрать из них задачи и для классной, и для домашней работы учащихся. Наряду с этим следует использовать и сборники задач для VI—VII классов [3; 5].

3. АНАЛИТИКО-СИНТЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД В РЕШЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Аналитико-синтетический метод — основной метод решения задач по физике в средней школе во всех классах. Удачное применение его в учебном процессе позволяет вести учащихся по правильному пути отыскания решения задачи и способствует развитию их логического мышления.

В методических пособиях по физике довольно часто анализ и синтез рассматривают как два самостоятельных метода. Однако такое разделение нельзя понимать буквально. Синтез и анализ в решении задач так же неразделимы, как индукция и дедукция в процессе мышления. При решении физических задач используют анализ и синтез, взятые в совокупности, т. е. практически применяют аналитико-синтетический метод.

При этом методе решения путем анализа, начиная с вопроса задачи, выясняют, что надо знать для ее решения, и, постепенно расчленяя сложную задачу на ряд простых, доходят до известных величин, данных в условии.

Затем с помощью синтеза рассуждения проводят в обратном порядке: используя известные величины и подбирая необходимые соотношения, производят ряд действий, в результате которых находят неизвестное.

Поясним это на примере следующей задачи для VI класса:

«Найти давление на почву гусеничного трактора массой 10 т, если длина опорной части гусеницы 2 м, а ширина 50 см».

Анализ. Чтобы определить давление трактора на почву, надо знать силу тяжести его и площадь опоры. Сила тяжести в задаче не дана, площадь опоры не указана. Для определения общей площади опоры, т. е. площади опорной части двух гусениц, надо узнать площадь опоры одной гусеницы и умножить ее на 2. Площадь опорной части одной гусеницы можно определить, так как известны ширина и длина ее. Силу тяжести трактора можно найти по известной его массе.

Синтез. Рассуждение ведут в обратном порядке, в ходе которого составляют план решения и производят необходимые вычисления. Последовательность рассуждения примерно следующая.

Зная ширину и длину опорной части гусеницы, можно определить опорную площадь одной гусеницы. Для этого надо умножить длину на ширину.

Зная опорную площадь одной гусеницы, можно определить общую площадь опоры трактора. Для этого надо найденную площадь, т. е. площадь опорной части одной гусеницы, умножить на 2. Зная массу трактора, находят силу тяжести, действующую на него.

По силе тяжести трактора и площади опоры его можно определить давление трактора на почву. Для этого силу тяжести трактора надо разделить на площадь его опоры.

4. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ЗАДАЧ

Как уже было сказано выше, задачи-вопросы решают устно. Чтобы воспитать у учащихся навык сознательного подхода к решению качественных задач, нужна определенная система работы с ними учителя и продуманная методика обучения. Немалое значение имеет правильный подбор задач. Наиболее доступны на первых порах задачи, в которых предлагается дать объяснение явлениям природы или фактам, известным учащимся из их личного опыта. В них учащиеся увидят связь с жизнью.

В целях расширения политехнического кругозора учащихся нужно уже с VI класса вводить в условия задач новые для учащихся сведения, включая технические. Важно учитывать при подборе задач характер производственного окружения школы и местные условия.

Решение качественных задач включает три этапа: чтение условия, анализ задачи и решение.

При анализе содержания задачи используют прежде всего общие закономерности, известные учащимся по данной теме. После этого выясняют, как конкретно должно быть объяснено то явление, которое описано в задаче. Ответ к задаче получают как завершение проведенного анализа. В качественных задачах анализ условия тесно сливается с получением нужного обоснованного ответа.

5. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЗАДАЧ

Решение сложных количественных задач на уроке складывается обычно из следующих элементов: чтения условия задачи, краткой записи условия и его повторения, выполнения рисунка, схемы или чертежа, анализа физического содержания задачи и выявления путей (способов) ее решения, составления плана решения и выполнения решения в общем виде, прикидки и вычисления, анализа результата и проверки решения.

Приведенная схема решения сложных задач обеспечивает постепенное всестороннее осмысливание учащимися ее содержания и хода решения.

Приведенная схема примерная. Не все этапы обязательны при решении каждой задачи. Например, при решении вычислительных задач не всегда выполняют решение в общем виде; при решении задач-вопросов отпадает необходимость в вычислениях.

Остановимся кратко на характеристике отдельных этапов методики решения сложной задачи.

Чтение условия задачи. Чтение текста должно быть четким, выразительным, неторопливым. В большинстве случаев условие задачи следует читать самому учителю. Можно, однако, постепенно приучать читать вслух условие задачи и учащихся, вызванных к доске. Оправдан и такой прием: учитель предлагает учащимся самим внимательно прочитать задачу, решение которой намечено провести в классе, затем пересказать содержание своими словами.

После чтения условия задачи учитель поясняет смысл новых терминов и трудных понятий, если есть в этом необходимость. Иногда он предлагает самим учащимся объяснить, как они понимают смысл новых терминов. В результате обсуждения находят верное объяснение. После этого выполняют краткую запись условия задачи.

Краткая запись условия задачи. Записывать полный текст задачи на доске и в тетрадях учащихся, как правило, не следует. (Подробно о записи условия задачи сказано ниже.)

Повторение условия задачи. По краткой записи условия задачи ученики повторяют ее. Повторение условия задачи имеет целью выяснить, знают ли ученики задачу, правильно ли понимают ее условие. Для этого учитель предлагает отдельным учащимся повторить содержание условия задачи, своими словами точно передавая ее смысл.

После этого учитель задает учащимся несколько вопросов, с тем чтобы убедиться в полном понимании условия задачи. В связи с этим ученики выясняют, требуется ли для решения задачи использование рисунков (схем, чертежей) и табличных данных.

Выполнение чертежа, схемы, рисунка. Во многих случаях при решении задач используют чертежи, схемы или рисунки. Это облегчает понимание условия задачи и нахождение способа ее решения.

При решении графических задач по статике возможно выполнение чертежа по ходу чтения задачи. В ряде других случаев вначале делают рабочий чертеж в соответствии с условием задачи, а по ходу решения его корректируют и выполняют с соблюдением масштаба и необходимых соотношений. Учащиеся делают чертеж в тетрадях.

Анализ условия. При разборе задачи прежде всего обращают внимание на физическую сущность ее, на выяснение физических процессов и законов, рассматриваемых в данной задаче, зависимостей между физическими величинами.

Нужно терпеливо, шаг за шагом приучать учащихся, начиная с VI класса, проводить анализ задачи для отыскания правильного пути решения, так как это способствует развитию логического мышления учеников и воспитывает сознательный подход к решению задач. Разбор задачи на уроке часто проводят коллективно в виде беседы учителя с учащимися, в ходе которой учитель в результате обсуждения логически связанных между собой вопросов постепенно подводит учащихся к наиболее рациональному способу решения задач. Иногда полезно разобрать несколько вариантов решения одной и той же задачи, сопоставить их и выбрать наиболее рациональный. Нужно систематически приучать учащихся самостоятельно анализировать задачи, требуя от них вполне сознательного и обоснованного рассуждения.

Решение задачи. После разбора условия задачи переходят к ее решению. Решение задачи необходимо сопровождать краткими пояснениями. Вычисления следует производить рациональными приемами, а записи наименований — в соответствии с принятыми обозначениями ГОСТов.

Ответ задачи рекомендуется выделить, например подчеркнуть его. Все это будет приучать школьников к четкости и аккуратности в работе.

Проверка и оценка ответа. Полученный ответ задачи необходимо проверить. Прежде всего нужно обратить внимание учащихся на реальность ответа. В некоторых случаях при решении задач ученики получают результаты, явно не соответствующие условию задачи, а иногда противоречащие здравому смыслу. Происходит это оттого, что в процессе вычислений они теряют связь с конкретным условием задачи. При этом нелепость ошибочно полученного результата остается вне поля зрения школьника.

Для предупреждения этого недостатка в работе учащихся полезно приучить их пользоваться предварительным расчетом или «прикидкой» ожидаемого результата, а также критическим анализом полученного ответа с точки зрения его реальности и соответствия условию решаемой задачи. Необходимо научить школьников оценивать порядок ответа не только с математической, но и с физической точки зрения, чтобы ученики сразу видели абсурдность таких, например, ответов: к. п. д. какого-либо механизма больше 100%, температура воды при обычных условиях меньше 0°С или больше 100°С, плотность железа 78 г/см^3.

Ученики должны усвоить, что правильность решения задачи можно проверить, решив ее другим способом и сопоставив

результаты этих решений, а также выполнив операции с наименованиями единиц физических величин и сравнив ответ с тем наименованием, которое должно получиться в задаче.

Нужно уделить должное внимание выработке у учащихся навыков по применению метода проверки решения задачи путем операций над наименованиями единиц. После неоднократного его использования на уроках можно дать алгоритм этого метода проверки.

Чтобы проверить правильность найденного решения в общем виде, надо в формулу, выражающую решение, вместо буквенных обозначений величин подставить наименования единиц физических величин и произвести с ними те же операции, которые выполнялись бы с величинами. Пусть, например, мы нашли формулу для определения осадки «корабля-банки»:

$$h = \frac{P}{9{,}8\,\frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \rho S}.$$

Для проверки решения вместо букв подставляем единицы физических величин:

$$\frac{\text{Н}}{\frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^2} = \text{м}.$$

В результате получаем м (метр), т. е. наименование единицы длины, что и соответствует условию задачи. Если же получают наименование, не соответствующее искомой величине, то это свидетельствует о неправильности решения задачи.

Следует заметить, что данный прием надежно выявляет необходимое условие правильности решения, но в ряде случаев является недостаточным. Например, в ходе расчетов ученик пропустил числовой коэффициент или неверно его записал, на наименовании результата это не отразится и ошибка может оказаться незамеченной. Поэтому данный метод нужно применять в сочетании с другими.

6. СПОСОБЫ ЗАПИСИ УСЛОВИЯ И РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Можно применять различные формы записи условия задачи, но любая из них должна удовлетворять основным требованиям — краткости и ясности. В отношении записи решения задач по физике учителя предъявляют к учащимся различные требования. Одни, например, требуют проводить запись решения с планом, другие — с кратким пояснением, а третьи ограничиваются только вычислениями.

Поясним сказанное на конкретных примерах задач для VI—VII классов.

Задача № 1. **Прямоугольный бассейн площадью 250 м² и глубиной 4 м наполнен морской водой. Какова сила давления и давление воды на дно?**

Дано:	Решение.
Бассейн $S=250$ м² $h=4$ м ——— $F_{давл}$ —? p—? $\rho=1030$ кг/м³	Сила давления равна силе тяжести, действующей на воду: $F_{давл}=F_т$. $F_т=9{,}8\ \frac{Н}{кг}\cdot m$; $m=\rho V$; $V=Sh=250$ м²$\cdot$4 м$=1000$ м³; $m=1030\ \frac{кг}{м^3}\cdot 1000$ м³$=1\ 030\ 000$ кг. $F_{давл}=F_т=9{,}8\ \frac{Н}{кг}\cdot 1\ 030\ 000$ кг $\approx$ $\approx 10\ 000\ 000$ Н.

Давление $p=\frac{F_{давл}}{S}=\frac{10\ 000\ 000\ Н}{250\ м^2}=40\ 000$ Н/м².

Ответ. $p=40\ 000$ Н/м².

Задача № 2. **Опорные башмаки шагающего экскаватора представляют собой две пустотелые балки длиной 16 м и шириной 2,5 м каждая. Определите давление экскаватора на почву, если масса его составляет 1150 т.**

Дано:	Решение.
Экскаватор $l=16$ м $a=2{,}5$ м $m=1150$ т ——— p — ?	1. $S_1=la=16$ м$\cdot$2,5 м $=40$ м². 2. $S=2S_1=40$ м²$\cdot 2=80$ м². 3. $F=9{,}8\ \frac{Н}{кг}\cdot m=9{,}8\ \frac{Н}{кг}\cdot 1\ 150\ 000$ кг $\approx$ $\approx 11\ 500\ 000$ Н. 4. $p=\frac{F}{S}$; $p=\frac{11\ 500\ 000\ Н}{80\ м^2}=140\ 000$ Н/м².

Ответ. 140 000 Н/м².

Задача № 3. **Сколько сухих дров надо сжечь в кормозапарнике, чтобы нагреть 100 кг воды от 10°С до кипения? К. п. д. кормозапарника 15%.**

Дано:	Решение.
Кормозапарник $m_в=100$ кг $t°_1=10$°С $t°_{кип}=100$°С $\eta=0{,}15$ ——— $m_{др}$ —? $q_{др}=0{,}83\cdot 10^7$ Дж/кг $c_в=$ $=4{,}19\cdot 10^3$ Дж/(кг$\cdot$град)	1. Количество теплоты, необходимое для нагревания воды: $Q=c_в m_в(t°_{кип}-t°_1)$. 2. Количество теплоты, выделяемое при сгорании дров: $Q=q_{др}m_{др}$. 3. Запишем η и из полученного уравнения найдем $m_{др}$: $\eta=\frac{Q_п}{Q}=\frac{c_в m_в(t°_{кип}-t°_1)}{q_{др}m_{др}}$, отсюда $m_{др}=\frac{c_в m_в(t°_{кип}-t°_1)}{q_{др}\eta}$.

Вычисления:

$$m_{\text{др}} = \frac{4{,}19\cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{град}} \cdot 100\ \text{кг}\cdot(100^\circ - 10^\circ)}{0{,}83\cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0{,}15} \approx 30\ \text{кг}.$$

Ответ. $m_{\text{др}} \approx 30$ кг.

Ответ задачи реален, опыт подсказывает, что примерно такую массу дров надо сжечь для нагревания нужной нам массы воды.

Заметим еще, что задачи, в которых задан к. п. д., лучше всего начинать решать с записи формулы к. п. д.

$$\eta = \frac{Q_{\text{п}}}{Q}; \quad Q_{\text{п}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t^\circ_{\text{кип}} - t^\circ_1),$$

$$Q = q_{\text{др}} m_{\text{др}}$$

$$\eta = \frac{c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t^\circ_{\text{кип}} - t^\circ_1)}{q_{\text{др}} m_{\text{др}}},$$

откуда

$$m_{\text{др}} = \frac{c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t^\circ_{\text{кип}} - t^\circ_1)}{q_{\text{др}} \eta}.$$

Задача № 4. К батарее, дающей напряжение 24 В, подсоединены последовательно две лампы по 15 Ом и электрический звонок. Ток в цепи равен 0,3 А. Определите сопротивление звонка.

Дано:

Электрическая цепь

$U = 24$ В
$n = 2$
$R = 15$ Ом
$I = 0{,}3$ А

$R_{\text{зв}}$ — ?

Решение.

1-й *способ*

1. $R_{\text{зв}} = R_{\text{общ}} - R_{\text{ламп}}$, так как соединение приемников последовательное.
2. $R_{\text{общ}} = \frac{U}{I}$ — по закону Ома;
   $R_{\text{ламп}} = 2R$.
3. $R_{\text{зв}} = \frac{U}{I} - 2R$.

Вычисления:

$$R_{\text{зв}} = \frac{24\ \text{В}}{0{,}3\ \text{А}} - 2\cdot 15\ \text{Ом} = 50\ \text{Ом}.$$

2-й *способ*

1. $R_{\text{зв}} = \frac{U_{\text{зв}}}{I}$ — по закону Ома.
2. $U_{\text{зв}} = U - U_{\text{л}}$, так как соединение проводников последовательное.
3. $R_{\text{зв}} = \frac{U - 2IR}{I}$.

Вычисления:

$$R_{эв} = \frac{24\ \text{В} - 2 \cdot 0{,}3\ \text{А} \cdot 15\ \text{Ом}}{0{,}3\ \text{А}} = \frac{15\ \text{В}}{0{,}3\ \text{А}} = 50\ \text{Ом}.$$

Ответ. $R_{эв} = 50$ Ом.

7. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Методы решения экспериментальных задач в значительной мере зависят от роли эксперимента в их решении. Если, например, в задаче содержатся все данные, необходимые для решения, и лишь требуется проверить ответ с помощью опыта, то оформление решения задачи производят в соответствии с данными выше указаниями.

В других типах экспериментальных задач ярко выступает их специфика и поэтому методика решения и оформления имеет свои особенности. Если в задаче данные для решения получают в результате опыта, то важное значение приобретает постановка эксперимента и измерения.

Решение и оформление экспериментальной задачи расчетного характера складывается из следующих элементов: постановка задачи, анализ условия, измерения, расчеты, опытная проверка ответа.

Поясним это на конкретном примере.

Постановка задачи. На столе имеется прямоугольная жестяная банка, весы, разновес, масштабная линейка, сосуд с водой, песок. Для обеспечения вертикального положения банки при плавании в воде ее немного нагружают песком. Определить глубину осадки банки при ее погружении в воду.

В данном случае условие задачи можно выразить рисунком с подписью вопроса под ним. Затем переходят к анализу, выясняют, какие измерения необходимо выполнить для решения задачи.

Анализ. Банка будет погружаться в воду до тех пор, пока сила тяжести, действующая на нее и песок, не уравновесится выталкивающей силой воды, действующей на банку снизу. В этом случае $F_{арх} = F$. Но так как архимедова сила $F_{арх}$ равна весу вытесненной телом жидкости, то $F_{арх} = 9{,}8\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \rho_в V_в$, где $V_в$ — объем погруженной части банки, $\rho_в$ — плотность воды. Объем погруженной части равен произведению площади основания (S) на глубину погружения в воду (h). Следовательно, $F_{арх} = 9{,}8\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \rho_в h S$. Откуда

$$h = \frac{F}{9{,}8\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \rho_в S}. \quad (1)$$

Правильность найденного решения проверяют путем операций с наименованиями величин, входящих в формулу.

Из формулы (1) видно, что для решения задачи надо знать вес банки с песком, плотность воды и площадь основания банки.

Измерения. Определяют вес P банки с песком с помощью динамометра.

Измеряют длину l и ширину a основания. Определяют площадь основания $S=la$.

Плотность воды $\rho_в=1$ г/см^3.

Вычисления. Подставляя найденные значения $\rho_в$, P и S в формулу (1), определяют глубину h погружения банки, применяя при этом правила приближенных вычислений.

Опытная проверка. На вертикальной стенке банки цветной линией отмечают глубину погружения, найденную из опыта и последующих расчетов, и ставят банку в сосуд с водой. Опыт показывает, что глубина погружения совпадает с найденным значением.

В связи с решением задачи поясняют принцип определения осадки корабля.

В экспериментальных качественных задачах опыт ставят в тот момент, когда в нем возникает потребность. Так, например, для решения задачи о бароскопе на демонстрационном столе заранее приготавливают установку со стеклянным колпаком, внутри которого поставлен бароскоп. Воздушную тарелку соединяют с насосом Комовского. Учитель поясняет устройство бароскопа и, обратив внимание на равновесие рычага, ставит вопрос классу: «Какие изменения будут происходить с бароскопом, если откачивать воздух?» Учащиеся предлагают объяснение. При этом могут быть предложены правильный и неправильный варианты объяснения. Сомнение в их правильности разрешают демонстрацией опыта (см. рис. 18-29).

Однако может быть и другой путь отыскания ответа этой задачи. После постановки вопроса задачи сразу переходят к выполнению опыта. Наблюдают происходящее явление. Затем его объясняют теоретически.

Некоторые экспериментальные задачи по физике на уроке могут быть поставлены фронтально. Примеры таких задач: «Измерить давление воды на дно стакана, пользуясь линейкой» (VI класс); «Определить мощность тока, потребляемого электролампочкой» (VII класс). В этом случае они выполняют роль фронтальных опытов (гл. 8).

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипин П. Г. Экспериментальные задачи по физике в 6—7 классах. М., «Просвещение», 1974.

2. Броневщук С. Г., Машевский Н. Д. Самостоятельные работы по физике в 6—7 классах. М., «Просвещение», 1971.

3. Золотов В. А. Вопросы и задачи по физике в VI—VII классах. М., «Просвещение», 1971.

4. Каменецкий С. Е., Орехов В. П. Методика решения задач по физике в средней школе. Изд. 2-е. М., «Просвещение», 1974.
5. Лукашик В. И. Сборник вопросов и задач по физике для VI—VII классов. М., «Просвещение», 1970.
6. Малафеев Р. И. Творческие задачи по физике в 6—7 классах. М., «Просвещение», 1972.
7. Тульчинский М. Е. Качественные задачи по физике. М., «Просвещение», 1973.
8. Шерстюков И. И. Дифференцированный подход к учащимся при решении задач.—«Физика в школе», 1972, № 2.

ГЛАВА 10

ЭКСКУРСИИ ПО ФИЗИКЕ

1. ЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ ЭКСКУРСИЙ

Экскурсии как форма учебных занятий прочно вошли в учебный процесс по физике в советской школе. Они возникли еще в дореволюционной школе, в период борьбы против схоластики и догматизма. В то время экскурсии по физике проводили главным образом в природу. В советской школе с первых дней ее существования наряду с экскурсиями в природу широко практикуют производственные экскурсии.

Имея в виду особое значение экскурсий в деле ознакомления учащихся с техникой, В. И. Ленин указывал на экскурсии как на одно из важнейших средств политехнического образования (гл. 2, *5*).

Экскурсии приучают учащихся наблюдать явления, процессы, происходящие в природе и на производстве, в их взаимосвязи и взаимообусловленности, глубже понимать значение науки в развитии техники.

Во время экскурсий учащиеся знакомятся с людьми социалистических предприятий, их созидательным трудом. Встречи с членами бригад коммунистического труда, с рационализаторами и изобретателями способствуют формированию у учащихся творческого, коммунистического отношения к труду. На экскурсии учащиеся получают представление о различных профессиях, что важно для их профессиональной ориентации.

Таким образом, экскурсии приближают изучение физики к жизни, способствуют развитию интереса к изучаемому материалу, знакомят с явлениями природы и современной техники, помогают учащимся в выборе профессии.

Экскурсии можно классифицировать по содержанию и учебным целям. По содержанию различают тематические и комплексные экскурсии. Тематические экскурсии проводят в связи с изучением какой-либо темы или раздела, комплексные — охватывают широкий круг вопросов по физике и другим учебным предметам (химия, естествознание, математика, труд).

По дидактической цели экскурсии делят на предварительные и заключительные. Первые проводят перед изучением той или иной темы с целью накопления учащимися запаса впечатлений для активного изучения новой темы. Заключительные экскурсии проводят в конце изучения темы или раздела с целью ознакомления учащихся с применением изучаемых явлений и законов в технике.

Различают также производственные экскурсии и экскурсии в природу. Основная цель производственных экскурсий — показ применений физических явлений и законов в промышленности и сельском хозяйстве, на транспорте и в связи, в медицине и в научных исследованиях.

Производственные экскурсии обычно проводят на крупные современные предприятия, но не следует пренебрегать и небольшими мастерскими, где можно показать учащимся более простое оборудование. Полезны экскурсии в музеи, учебные лаборатории высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов, на выставки достижений техники, где школьники знакомятся с моделями машин, станков, установок, новейшим физико-техническим оборудованием.

Экскурсии в природу имеют большое значение для развития наблюдательности учащихся, формирования у них научного мировоззрения, атеистического воспитания, установления взаимосвязи между биологическими и физическими явлениями. Эти экскурсии воспитывают у учащихся умение видеть физические явления в природе. К сожалению, в последние годы экскурсии по физике в природу проводят неоправданно редко и преимущественно как внеклассные мероприятия. Экскурсии в природу надо восстановить в своих правах, тем более что они также в большей своей части посвящаются ознакомлению учащихся с созидательным трудом человека. Например, во время экскурсии на колхозные поля учащиеся могут познакомиться с физическими факторами, влияющими на рост и развитие растений, и теми мерами, которые предпринимают для повышения их урожайности. Такого рода экскурсии возможны в VII классе при изучении тепловых явлений.

Зимой учащиеся могут пронаблюдать, как осуществляется защита озимых посевов и фруктово-ягодных деревьев от вымерзания, измерить глубину снежного покрова, температуру снега у поверхности почвы и на горизонте. При проведении такой экскурсии внимание учащихся может быть обращено на способы задержания снега и талых вод.

В период весенне-полевых работ внимание школьников можно обратить на зависимость теплопроводности и теплоемкости различных почв от влажности, показать влияние цвета и структуры почвы на ее лучепоглощающие и лучеиспускающие свойства, познакомить с изменением этих свойств с помощью мульчирования почвы.

В VI классе в связи с изучением механического движения, работы и энергии представляет интерес экскурсия к реке, где ученики могут измерить скорость течения, секундный расход воды и мощность потока. По окончании VII класса, в период летних каникул в пионерских лагерях, во время туристских походов можно организовать наблюдения школьников за оптическими и электрическими явлениями в природе. Запас полученных учащимися на экскурсиях знаний и наблюдений будет способствовать повышению у них интереса к изучению указанного круга явлений в последующих классах.

2. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСКУРСИЙ

Чтобы содержание экскурсий наиболее полно отвечало задачам политехнического обучения и было тесно связано с изучением курса физики, нужна четкая система проведения экскурсий. Это обеспечивается их планированием. Полезно с этой целью составлять общешкольный план проведения экскурсий на несколько лет с таким расчетом, чтобы за время обучения в школе учащиеся могли познакомиться с главными отраслями промышленной и сельскохозяйственной техники. Учителям родственных дисциплин целесообразно спланировать при этом совместные комплексные экскурсии.

При планировании экскурсий следует прежде всего ориентироваться на производственную базу, находящуюся в районе школы. Но можно проводить экскурсии и на отдаленные объекты. Так, с учащимися VI и VII классов городских школ желательны экскурсии в ближайшие колхозы и совхозы; с учащимися сельских школ — экскурсии на промышленные предприятия и прежде всего на ближайшую электростанцию и машиностроительный завод.

Разумеется, что по мере изменения производственного окружения школы, а также с изменением учебных планов и программ в план проведения экскурсий нужно вносить коррективы, позволяющие более разумно использовать имеющиеся возможности.

Учитель физики, исходя из общешкольного плана экскурсий, составляет план экскурсий на год, включая их в календарно-тематический план своей работы.

При выборе объектов нужно иметь в виду и то, что на всех машиностроительных и приборостроительных заводах, несмотря на разнообразие выпускаемой ими продукции, технологические процессы основаны на одних и тех же физических и химических явлениях, что на них имеются аналогичные цехи (заготовительный, литейный, механический, термический и др.). На каждом заводе существует и центральная заводская лаборатория. Здесь применяют разнообразные методы контроля (оптические, электрические, рентгеновские) и осуществляют различные спо-

собы испытания материалов. Поэтому не надо стремиться вести учащихся на все предприятия. Для экскурсий нужно отбирать такие объекты, на которых можно осуществить наиболее наглядно показ применений физических явлений и законов, познакомить с новейшими достижениями техники.

Ниже приведен примерный план проведения экскурсий с учащимися VI—VII классов городских и сельских школ.

Примерный план проведения экскурсий по физике в VI—VII классах

Класс	Возможные объекты для экскурсий	Содержание экскурсий	Примерное время проведения экскурсий
VI	Механический цех завода или учебные мастерские	Наблюдения за различными видами механического движения, действием сил на режущий инструмент (сложение сил), трением и способами борьбы с ним	Декабрь
»	Система водоснабжения животноводческой фермы, водонапорная башня или водонасосная станция	Знакомство с основными элементами системы водопровода	Март
»	Прессы гидравлические и воздушные	Показ применения закона Паскаля, манометров, насосов на практике	Апрель
»	Строительная площадка	Знакомство с машинами и механизмами, применяемыми для механизации строительных работ. Наблюдение за работой машин, вычисление их мощности. Применение простых механизмов для управления машинами. К. п. д. машин и механизмов	Май
VII	Отопительная система	Знакомство с основными элементами отопительной системы	Октябрь
»	Литейный цех завода	Наблюдения за процессом плавления и отвердевания; знакомство со способами измерения высоких температур	Ноябрь
»	РТС, авторемонтная мастерская	Знакомство с устройством и работой двигателя внутреннего сгорания, с системой водяного охлаждения его и способами использования теплового двигателя	Декабрь
»	Лаборатория или электрифицированная животноводческая ферма	Применение электричества в сельском хозяйстве; электрические приборы и машины, применяемые в сельском хозяйстве	Март

Класс	Возможные объекты для экскурсий	Содержание экскурсий	Примерное время проведения экскурсий
VII	Инкубаторная станция	Использование теплового действия тока для искусственного обогрева яиц. Применение терморегуляторов для автоматического поддержания нужной температуры	Апрель
»	Телефонная станция, телеграф	Знакомство с телеграфными аппаратами, применяемыми в настоящее время. Прием и передача телеграмм с помощью буквопечатающих аппаратов. Знакомство с телефонной станцией	Май
»	Троллейбусный и трамвайный парк или электровоз	Знакомство с электрооборудованием трамвая и троллейбуса или электровоза	Май
»	Электрифицированная животноводческая ферма	Применение электроэнергии для механизации работ в животноводстве: электродоильная установка, агрегат для стрижки овец, механизация водоснабжения, электрический сепаратор, кормообрабатывающие машины с электроприводом. Автоматизация процессов в животноводстве: поплавковое реле в водокачках, терморегуляторы кормозапарочных агрегатов и кипятильников, реле давления в безбашенных водокачках	Май

3. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСКУРСИЙ

Подготовка учителя к экскурсии. Успех экскурсии во многом определяется тем, насколько правильно продумана ее организация. Перед проведением каждой экскурсии учитель тщательно изучает объект, знакомится со специальной литературой по теме экскурсии, составляет схему производства. Это дает возможность уточнить цели и задачи экскурсии, правильно определить ее содержание.

После ознакомления с экскурсионным объектом необходимо составить подробный план экскурсии. В плане следует предусмотреть цель экскурсии, последовательность осмотра экскур-

сионного объекта, главные вопросы экскурсии, содержание беседы с учениками перед экскурсией и обеспечение наглядности в этой беседе, задания учащимся (общие, групповые или индивидуальные), использование материала экскурсии в последующей работе.

Очень важно своевременно выяснить, сколько учащихся одновременно могут осматривать объекты. В соответствии с этим учителю необходимо решить, вести ли весь класс одновременно на экскурсию или разбить его на группы. Так, если экскурсию проводят в цех завода или в лабораторию, класс лучше разделить на две группы. При проведении экскурсии на строительную площадку или в природу класс можно не делить.

Немаловажное значение имеет и вопрос о том, кто будет давать объяснения во время экскурсии — учитель или представитель предприятия. Если учитель хорошо знает тот объект, на который проводит экскурсию, то лучше всего и объяснение давать ему самому. Это позволит сосредоточить внимание учащихся на тех объектах, которые прежде всего нужно рассмотреть, остановиться на главном, избежать ненужной детализации. Однако по технике безопасности и другим причинам это не всегда допустимо. В таких случаях учитель физики дает экскурсоводу необходимые методические советы о порядке проведения экскурсии и во время экскурсии следит за порядком, помогает правильно разместить учащихся, следит за их работой. Если нужно и можно, то школьников делят на две группы, одну из которых ведет экскурсовод, а другую — учитель.

При проведении экскурсий на промышленные предприятия желательно до начала осмотра объектов знакомить учащихся с общей схемой технологического процесса, используя при этом макеты, плакаты, таблицы, останавливая внимание учеников на физической основе процесса.

Составляя план экскурсии, учитель должен иметь в виду, что на экскурсию для учащихся VI—VII классов отводится ограниченное время — 45—60 минут. Бóльшая продолжительность экскурсии утомляет учеников, снижает их интерес и внимание к осмотру объектов и к объяснениям экскурсовода. В результате эффективность экскурсии падает. Время экскурсии следует использовать с наибольшей интенсивностью, но при этом не надо забывать, что в экскурсии всегда есть опасность чрезмерной перегруженности ее материалом. Поэтому экскурсия не должна носить «всеобъемлющего» характера. Лучше будет, если учащиеся хорошо изучат один-два вопроса, нежели уйдут с объекта с головой, полной неосознанных как следует образов и впечатлений.

Задача учителя — умело отобрать объекты, которые представляют наибольший интерес в педагогическом отношении, на примере этих объектов показать применение изучаемых физических явлений и законов.

Подготовка учащихся к экскурсии. Необходимо, чтобы учащиеся были соответствующим образом подготовлены к экскурсии. На уроке, предшествующем экскурсии, школьникам надо сообщить цель экскурсии, дать общие сведения об объекте экскурсии. Для того чтобы восприятие учащихся было целенаправленным, перед ними целесообразно поставить ряд вопросов, ответы на которые ученики должны получить во время экскурсии. При этом нужно указать, на что следует обратить особое внимание во время экскурсии. Чтобы повысить интерес учащихся к экскурсии, способствовать развитию у них инициативы и самостоятельности, ученикам можно предложить индивидуальные и групповые задания по изучению отдельных объектов, составлению задач, сбору коллекционного материала. В процессе подготовки учащихся к экскурсии необходимо также ознакомить их с правилами поведения на пути следования во время экскурсии.

Проведение экскурсии. Экскурсию желательно начинать с вступительной беседы экскурсовода. В ней следует осветить следующие вопросы: особенности предприятия (или лаборатории), выпускаемая им продукция и ее народнохозяйственное значение; физические законы и явления, лежащие в основе технологических процессов экскурсионного объекта; сущность технологических процессов; общая схема производства; последовательность выполнения технологических процессов, которые предполагается изучить во время экскурсии; устройство и принципы действия наиболее важных машин и механизмов; рационализаторы и изобретатели, лучшие люди предприятия; требования техники безопасности на данном предприятии.

Во время экскурсии учащиеся должны внимательно наблюдать, слушать, делать зарисовки, записывать необходимые данные.

После осмотра объекта необходимо выяснить вопросы, возникшие у учащихся по ходу экскурсии, обобщить впечатление.

При планировании экскурсии надо также предусматривать время, необходимое учащимся для выполнения индивидуальных и групповых заданий.

Подведение итогов экскурсии. Чтобы уточнить и привести в определенную систему все, что видели и слышали учащиеся на экскурсии, на следующем уроке следует провести заключительную беседу. Одна из задач заключительной беседы — проверка выполнения заданий, предложенных школьникам перед экскурсией. (Во избежание перегрузки учащихся не следует к этому уроку давать задания, не связанные с темой экскурсии.)

Уроки, посвященные подведению итогов экскурсии, должны быть предусмотрены в календарном плане для каждой обзорно-иллюстративной и комплексной экскурсии. Они могут быть построены по-разному. Однако обычно вначале выясняют, как ученики подготовились к ответам на общие для всего класса

вопросы, например: «Какие физические явления и законы положены в основу выполняемых здесь технологических процессов?», «Какие физические приборы используют для контроля за технологическими процессами?», «С какими новыми приборами, техническими установками и машинами ознакомились на экскурсии?», «Каково их назначение?» Затем необходимо проверить выполнение индивидуальных и групповых заданий. Отчеты о выполнении задания могут быть представлены в форме устных сообщений об устройстве и принципах действия приборов, машин и механизмов, с которыми знакомились школьники на экскурсии, а также о выполненных измерениях и расчетах, например о результатах измерения опорной площади гусениц экскаватора и расчетах его давления на грунт. Может быть представлен и коллекционный материал (например, образцы строительных материалов с указанием плотности вещества, их теплоизоляционных и звукоизоляционных свойств). Если содержанием заданий было составление задач по результатам выполненных измерений, то следует предложить учащимся зачитать тексты составленных ими задач, а решение дать выполнить другим учащимся. Содержание задач и их решение полезно обсудить всем классом.

В конце беседы учитель отвечает на возникшие у учащихся вопросы и делает обобщение.

Некоторые учителя начинают урок, посвященный подведению итогов экскурсии, с ответов на вопросы учащихся. Однако это не всегда целесообразно, так как класс отвлекается от выяснения основных вопросов. Педагогически целесообразно этому посвятить часть времени, после того как школьники ответят на вопросы, поставленные перед ними учителем. В этом случае структура урока будет такой: беседа по общим для всего класса вопросам, ответы учителя на вопросы учащихся, отчеты о выполнении индивидуальных и групповых заданий, обобщение учителя.

Если имеется учебный фильм, связанный с темой экскурсии, учитель должен своевременно решить вопрос о том, когда целесообразнее его продемонстрировать: перед экскурсией или после экскурсии — и определить место демонстрации фильма на уроке.

4. ОБРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСКУРСИОННОГО МАТЕРИАЛА

Экскурсионный материал при соответствующей обработке может быть использован в последующем учебном процессе, а также во внеклассной работе. Так, коллекционный материал можно использовать как раздаточный материал для лабораторных работ и упражнений, а также для изготовления стендов, коллекций, например, по темам: «Теплоизоляционные материалы», «Виды топлива», «Металлы и сплавы», «Диэлектрики».

Схемы и плакаты, изготовленные учащимися по заданию учителя в связи с экскурсией, можно использовать при повторении учебного материала, а также в последующие учебные годы в соответствующих классах при изучении нового материала.

Результаты измерений, выполненных школьниками во время экскурсии, паспортные данные технических установок и машин могут быть использованы учителем в качестве иллюстративного материала, а также для составления задач. Лучшие из задач, составленные учениками по материалу экскурсий, можно отобрать и создать сборник задач для решения с учащимися данной школы. К задачам из таких сборников школьники относятся с большим интересом, особенно если учитель указывает, кем и когда составлена задача.

Экскурсионный материал может быть использован и во внеклассной работе для выпуска специальных номеров газет или бюллетеней, для проведения вечеров. На эти вечера можно пригласить в качестве почетных гостей представителей завода. Такие вечера имеют большое воспитательное значение и для многих определяют выбор профессии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Енохович А. С. Экскурсия к энергетическим установкам сельскохозяйственного производства. М., Изд-во АПН РСФСР, 1958.
2. Кольчевская Е. П. Производственные экскурсии по физике в восьмилетней школе. М., «Просвещение», 1964.
3. Производственные экскурсии по физике. Под ред. Л. И. Резникова. М., Изд-во АПН РСФСР, 1954.
4. Сердинский В. Г. Экскурсии по физике в сельской школе. М., «Просвещение», 1976.

ГЛАВА 11

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Воспитание активности и самостоятельности необходимо рассматривать как составную часть коммунистического воспитания учащихся, подготовки их к активному участию в строительстве коммунизма.

Говоря о формировании у школьников самостоятельности, необходимо иметь в виду две тесно связанные между собой задачи. Первая состоит в том, чтобы развивать у учащихся самостоятельность в познавательной деятельности, т. е. научить их самостоятельно овладевать знаниями. Вторая задача заключается в том, чтобы научить школьников самостоятельно применять знания в учении и практической деятельности.

1. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ НА УРОКЕ

Под самостоятельной работой учащихся мы понимаем такую работу, которую они выполняют без непосредственного участия учителя, но по его заданию, под его наблюдением и руководством, в специально предоставленное для этого время. Самостоятельная работа предполагает активные умственные действия школьников, связанные с поисками наиболее рациональных способов выполнения предложенных учителем заданий, с анализом результатов работы.

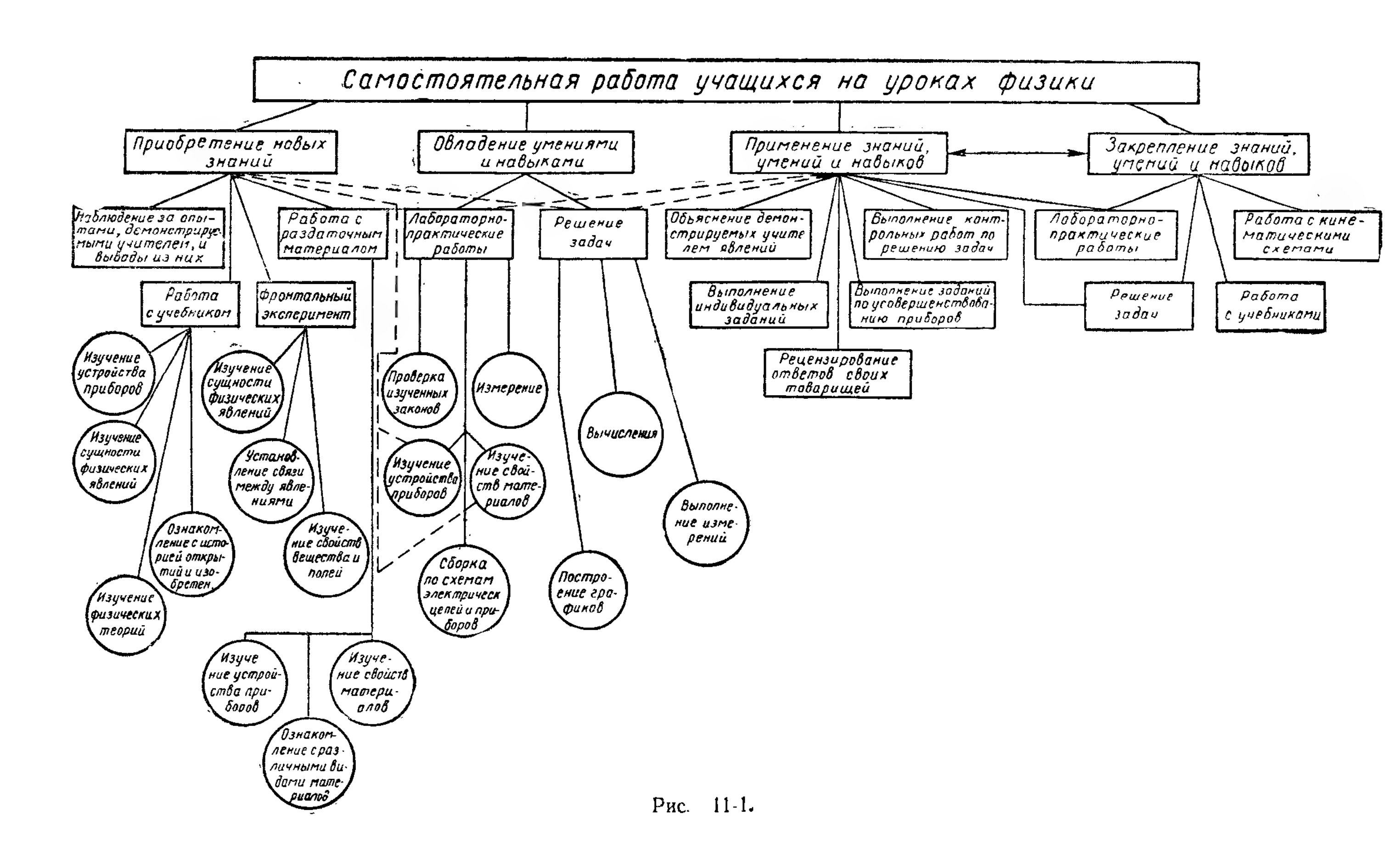
В учебном процессе по физике возможны следующие виды самостоятельной работы учащихся: работа с учебной и справочной литературой; разнообразные формы работы, связанные с решением задач; лабораторно-практические работы; фронтальный эксперимент с элементами исследования; работа с раздаточным материалом; работа с кинематическими схемами; рецензирование ответов своих товарищей на уроках, а также докладов на конференции; наблюдение за опытами, демонстрируемыми учителем, и выводы из них; выполнение индивидуальных и групповых заданий в связи с проведением экскурсий в природу и на производство.

По основной дидактической цели названные виды самостоятельной работы можно подразделить на три группы: работы по приобретению новых знаний, работы по приобретению умений и навыков, работы по применению знаний, умений и навыков.

Указанные группы работ тесно связаны между собой. Эта связь обусловлена тем, что одни и те же средства могут быть использованы для решения различных дидактических задач. Например, с помощью лабораторно-практических работ достигается приобретение умений и навыков, приобретение некоторых новых знаний, а также применение ранее полученных знаний.

Взаимосвязь между различными видами самостоятельной работы учащихся на уроках физики показана на схеме (рис. 11-1). Здесь первый ряд отражает группы работ, второй — виды самостоятельных работ, с помощью которых достигается приобретение знаний и навыков. Далее указано, при решении каких учебных задач возможно и целесообразно применение данного вида самостоятельной работы. Стрелки, выполненные сплошной линией, указывают основное назначение того или иного вида самостоятельной работы (по дидактической цели и учебной задаче); стрелки, выполненные пунктиром,— на возможное применение данного вида самостоятельной работы при решении других дидактических задач.

В зависимости от задач урока и содержания учебного материала, от особенностей его изложения в учебнике и имеющегося в кабинете оборудования могут быть применены те или иные виды и формы самостоятельной работы учащихся.



Самостоятельная работа учащихся на уроках физики
Приобретение новых знаний
Овладение умениями и навыками
Применение знаний, умений и навыков
Закрепление знаний, умений и навыков
Наблюдение за опытами, демонстрируемыми учителем, и выводы из них
Работа с раздаточным материалом
Лабораторно-практические работы
Решение задач
Объяснение демонстрируемых учителем явлений
Выполнение контрольных работ по решению задач
Лабораторно-практические работы
Работа с кинематическими схемами
Работа с учебником
Фронтальный эксперимент
Выполнение индивидуальных заданий
Выполнение заданий по усовершенствованию приборов
Решение задач
Работа с учебниками
Рецензирование ответов своих товарищей
Изучение устройства приборов
Изучение сущности физических явлений
Ознакомление с историей открытий и изобретен.
Изучение физических теорий
Изучение сущности физических явлений
Установление связи между явлениями
Изучение свойств вещества и полей
Проверка изученных законов
Измерение
Изучение устройства приборов
Изучение свойств материалов
Сборка по схемам электрическ цепей и приборов
Вычисления
Выполнение измерений
Построение графиков
Изучение устройства приборов
Изучение свойств материалов
Ознакомление с различными видами материалов

Рис. 11-1.

При решении некоторых учебных задач целесообразно сочетание нескольких видов самостоятельной работы.

Какие бы виды самостоятельной работы ни выполняли школьники на уроке, руководящая роль должна оставаться за учителем. Он определяет задачи, содержание и объем каждой самостоятельной работы, ее место на уроке, продумывает методы обучения различным видам самостоятельной работы, составляет задания с постепенным нарастанием степени самостоятельности, инструктирует учащихся перед выполнением работы, приучает их к самоконтролю, изучает и учитывает индивидуальные особенности учеников.

При отборе форм организации самостоятельной работы учащихся, при определении ее объема и содержания необходимо руководствоваться, как и во всем процессе обучения, основными принципами советской дидактики. Важное значение в этом деле имеют принципы доступности и систематичности, связь теории с практикой, постепенность в нарастании трудностей, принцип творческой активности, а также принцип дифференцированного подхода к учащимся.

Применительно к руководству самостоятельной работой использование этих принципов имеет некоторые особенности.

Содержание самостоятельной работы на каждом этапе должно быть посильным для школьников.

Чтобы самостоятельная работа способствовала формированию инициативы и познавательных способностей учащихся, нужно предлагать такие задания, выполнение которых не допускало бы действий по готовым рецептам и шаблону. Только тогда будет достигнут нужный результат.

К сожалению, еще нередко самостоятельную работу учеников ограничивают только тренировочными упражнениями по выработке или закреплению навыков. Например, предлагают повторить опыт, который демонстрировался учителем при объяснении нового материала, или собрать электрическую цепь, подобную собранной на демонстрационном столе, решить задачу, аналогичную решенной на доске. Бесспорно, такого рода тренировочные упражнения нужны. Однако, если учитель будет сводить самостоятельную работу только к подобным упражнениям, учащиеся не научатся самостоятельно думать и применять знания на практике.

Задания, предлагаемые для самостоятельной работы, должны вызывать интерес у школьников. Он достигается новизной предлагаемых заданий, раскрытием практического значения решаемой задачи или метода, которым нужно овладеть. Учащиеся всегда проявляют большой интерес к самостоятельным работам, в процессе выполнения которых они «исследуют» предметы и явления, «открывают» новые методы измерения физических величин. Например, шести- и семиклассникам можно предложить следующие задания.

1. Имея в распоряжении мензурку, определить плотность породы дерева, из которого изготовлен шарик.

2. Определить объем тела, имея в распоряжении весы и сосуд с водой.

Важное значение в организации самостоятельной работы имеет разъяснение задач работы и требований к ее выполнению. Это придает работе учащихся целенаправленный характер и способствует более сознательному выполнению ее. Недооценка указанного требования приводит к тому, что школьники, не поняв цели работы, делают не то, что нужно, или вынуждены в процессе ее выполнения многократно обращаться за разъяснением к учителю. Все это приводит к нерациональной трате времени и снижению уровня самостоятельности учеников в работе.

Систематической организации самостоятельной работы учащихся на уроках физики способствует применение дидактических карточек [5], тетрадей для самостоятельных работ по физике [8, 9], иллюстративного раздаточного материала [10].

Процесс формирования у школьников умений и навыков самостоятельной работы проходит успешно, если учитель планомерно и систематически, а не случайно и эпизодически включает в учебный процесс различные самостоятельные работы учащихся. Только при этом условии у учеников будут вырабатываться умения и навыки.

Несмотря на важность самостоятельной работы при организации ее нельзя все же допускать крайностей: излишнее увлечение самостоятельной работой может замедлить темпы изучения программного материала. Нужно разумно сочетать в обучении изложение материала учителем с самостоятельной работой учащихся по приобретению знаний, умений и навыков. Это требует высокого мастерства, которым должен овладеть каждый учитель.

Организацию самостоятельной работы школьников на уроке покажем на примере работы с учебником. Другие виды самостоятельной работы учащихся освещены в главах 4, 5, 8 и 10.

2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА УЧАЩИХСЯ С УЧЕБНИКОМ

Воспитать у школьников любовь и уважение к книге как источнику научных и технических знаний, научить их самостоятельно работать с ней — одна из важнейших задач преподавания физики и других учебных предметов в школе. Формирование у учащихся умения самостоятельно работать с учебной и дополнительной литературой является частью проблемы формирования у школьников умения самостоятельно приобретать и углублять знания.

В современных условиях эта проблема имеет особенно важное значение в связи с ускорением темпов научного и технического прогресса, когда перед каждым специалистом, в какой бы области науки или техники он ни работал, возникает необходимость в непрерывном расширении и углублении ранее полученных знаний путем самостоятельной работы с научной или технической литературой.

Стихийное формирование рациональных приемов самостоятельной работы с книгой (без специального организованного обучения) протекает очень медленно и малоэффективно. Отсюда следует вывод о необходимости специального обучения учащихся школ этим приемам.

За время обучения в средней школе учащиеся должны овладеть следующими умениями и навыками в работе с книгой:

уметь выделять главное (существенные признаки изучаемых явлений, сущность законов и др.);

уметь самостоятельно разобраться в математических выводах формул;

уметь пользоваться рисунками, таблицами и графиками;

уметь составить план (конспект) прочитанного;

уметь излагать прочитанное своими словами, логично, последовательно; дополнить материал, имеющийся в учебнике, сведениями, полученными из других источников;

уметь пользоваться оглавлением, предметным и именным указателями;

уметь работать с каталогом, составить библиографию по интересующему вопросу.

Перечисленные умения и навыки необходимы и для продолжения образования в вузе, особенно в системе заочного и вечернего образования.

Формирование умений и навыков самостоятельной работы с книгой нередко сводится к указаниям: прочитать такой-то параграф, уметь рассказать его своими словами, составить план прочитанного. Результатом такой работы ученика обычно является умение воспроизвести текст учебника.

Успешное решение вопроса об эффективных способах формирования у школьников умения самостоятельно работать с учебной и дополнительной литературой может быть достигнуто на основе структурного анализа содержания учебного предмета, выделения основных структурных элементов, определяющих специфику его содержания. Основные структурные элементы курса физики представлены на схеме (рис. 11-2).

Формирование у учащихся умения выделять главные мысли в тексте в конечном итоге сводится к формированию у них умения определять входящие в него структурные элементы и находить компоненты, их составляющие. Учить школьников рациональным приемам самостоятельной работы с учебной и дополнительной литературой по физике, умению выделять в

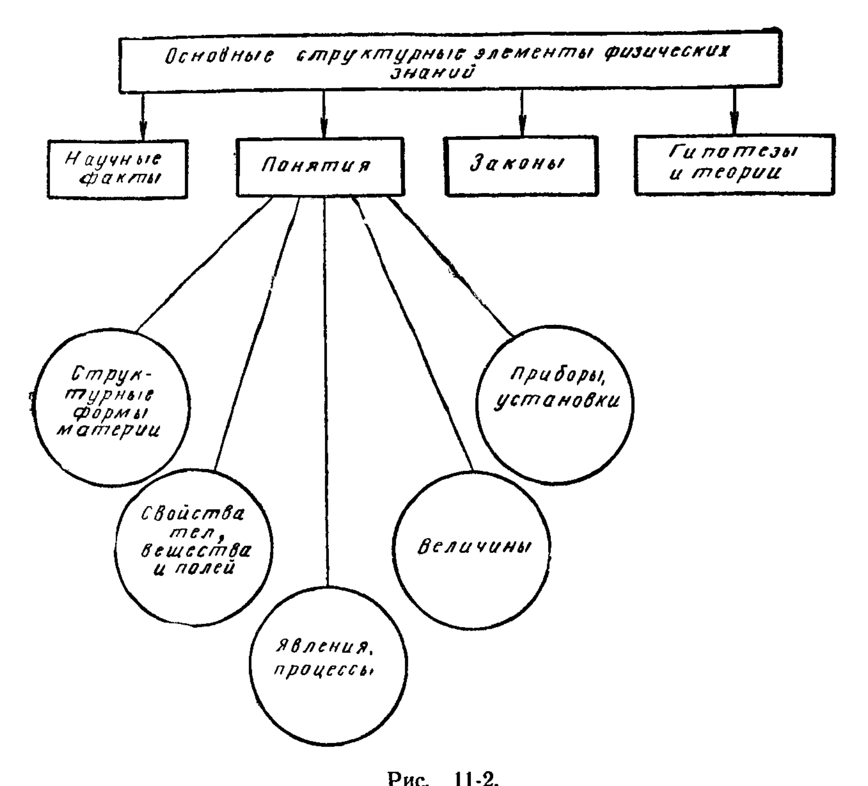


Рис. 11-2.

тексте главное необходимо проводить несколькими этапами. Рассмотрим задачи и сущность каждого из этапов.

На первом этапе ставят задачу выработать у учащихся первоначальные умения и навыки работы с учебной литературой по предмету, а именно: умение вчитываться в текст, находить в нем ответы на вопросы, поставленные учителем или содержащиеся в конце параграфа, умение получать необходимую информацию из рисунков, таблиц и графиков, умение пользоваться оглавлением учебника.

На этом этапе ученикам предлагают для самостоятельного изучения простые тексты, содержащие изложение какого-либо одного вопроса (например, только о явлении или только об устройстве и принципе действия физического прибора), и контрольные вопросы для проверки качества усвоения прочитанного. Контрольные вопросы предлагают перед самостоятельной работой с книгой. Они выполняют роль «опорных пунктов», ориентирующих учащихся на выделение в тексте наиболее существенного, главного (например, существенных признаков явлений). Наряду с вопросами такого рода учащимся предлагают

другие вопросы с целью выработать у них умение читать рисунки, схемы и чертежи, работать со справочными таблицами.

Постановка контрольных вопросов до начала работы с текстом повышает познавательную активность учащихся, ориентирует их на выявление главного, существенного и поэтому способствует более глубокому и прочному усвоению материала [1; 3; 4].

Так, например, при самостоятельном изучении шестиклассниками по учебнику[1] системы водопровода (§ 69) роль ориентировочной основы для них выполняют следующие вопросы-задания:

1. Назвать основные части системы водопровода и найти их на схеме, указать назначение.

2. Показать на схеме части водопровода, представляющие собой сообщающиеся сосуды.

3. Описанный в учебнике водопровод называют башенным. Объясните почему. Какие еще вы знаете системы водопровода?

При правильной организации такой работы ученики быстро овладевают указанными умениями и навыками, сравнительно легко справляются с поисками ответов на поставленные вопросы.

На втором этапе ставят более сложную задачу — научить учащихся самостоятельно выделять главные мысли в предлагаемом тексте с помощью планов обобщенного характера, пригодных для многих текстов определенного типа.

Планы обобщенного характера представляют собой совокупность вопросов, расположенных в определенной последовательности и указывающих, что̀ в данном тексте главное. По этому плану ученик может построить свой рассказ о прочитанном. На первых порах такие планы (выполненные крупным шрифтом на листах бумаги) можно вывешивать в классе во время работы учащихся с текстом. Если есть возможность размножить планы, то их полезно выдать каждому ученику в личное пользование.

Ниже приведены примеры таких планов:

I. *О физическом явлении:*

1. Признаки явления (или его определение).

2. Условия, при которых наблюдается (и протекает) явление.

3. Сущность явления, его объяснение на основе современных научных представлений.

4. Связь данного явления с другими явлениями.

5. Использование явления на практике.

---

[1] См.: Перышкин А. В., Родина Н. А. Физика. Учебник для шестого класса. М., «Просвещение», 1975, с. 120—121.

II. *О физической величине:*

1. Какое свойство тел или явление характеризует данная величина?

2. Определение величины.

3. Формула, выражающая связь данной величины с другими.

4. Единицы измерения величины.

5. Способы ее измерения.

III. *О физическом законе:*

1. Связь между какими явлениями или величинами, характеризующими явление, выражает данный закон?

2. Формулировка закона.

3. Математическое выражение закона.

4. Опыты, подтверждающие справедливость закона.

5. Объяснение закона на основе современных научных теорий.

6. Примеры использования закона на практике.

На третьем этапе осуществляют закрепление у учащихся умения самостоятельно определять тип текста, круг основных вопросов в нем и соответствующий тексту план построения ответа. К концу этого этапа заметно повышается культура речи учащихся. Ответы их становятся ответами по существу, что приводит к заметному сокращению времени на устные формы проверки знаний и изменению этих форм.

В задачу четвертого этапа входит формирование у учащихся умения самостоятельно работать с комбинированным текстом, включающим вопросы нескольких типов, например материал о явлении и величинах, его характеризующих, о принципе действия прибора и областях его применения и т. д. Задача заключается в том, чтобы научить детей анализировать такой текст, расчленять его на самостоятельные части, определять, что в каждой части главное, и для каждой части отдельно построить план ответа.

Формирование умений и навыков самостоятельной работы с учебником завершается четвертым этапом. Однако работа по привитию умений и навыков работы с книгой вообще на этом не должна заканчиваться. Ее необходимо продолжать в связи с написанием сочинений и рефератов, подготовкой докладов и сообщений для учебных конференций и семинаров. Это входит в содержание пятого и шестого этапов, осуществляемых в процессе изучения курса физики старших классов.

Каково бы ни было содержание самостоятельной работы с учебником, результаты ее непременно должны быть проверены и обсуждены на уроке. Выбор способов проверки зависит от особенностей изучаемого материала, состава класса и других факторов.

Если текст учебника включает объяснение сущности явления или описание устройства и принципа действия приборов и механизмов, проверку следует осуществлять методом индивиду-

ального опроса, который может быть дополнен фронтальным опросом, дающим возможность внести дополнения и уточнения в знания, полученные учащимися самостоятельно.

Во время опроса целесообразно вызывать учеников к демонстрационному столу, чтобы при ответе они имели возможность использовать наглядные пособия, воспроизвести опыты, описанные в учебнике, выполнить на доске необходимые чертежи, зарисовки и записи.

Понимание отдельных частных вопросов лучше проверить методом фронтального опроса или беседы. Для проверки усвоения теоретического материала всеми учащимися класса целесообразно наряду с указанными способами проверки использовать метод выборочных ответов с применением контролирующих устройств или карточек с шифром (гл. 12, 3).

В ряде случаев проверку результатов самостоятельной работы с учебником можно провести при помощи письменных ответов.

Важную роль в обучении приемам самостоятельной работы с книгой играет заключительная беседа, в которой учитель помогает учащимся вскрыть имеющиеся у них недостатки в работе с литературой и показывает наиболее рациональные приемы ее.

В тех случаях, когда учитель убежден, что материал для самостоятельного изучения по учебнику классом усвоен достаточно хорошо, можно ограничить домашнее задание решением задач, наблюдением или опытами, а в некоторых случаях оно может быть совсем исключено. Это побуждает учащихся экономно расходовать на уроке каждую минуту учебного времени.

3. ДОМАШНЯЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА УЧАЩИХСЯ

Домашняя самостоятельная работа учащихся по физике — один из необходимых элементов учебного процесса. При правильной организации она способствует закреплению и углублению знаний, полученных на уроке, прочному овладению ими, выработке у школьников умения самостоятельно работать с книгой, вести наблюдения, ставить опыты, пробуждать желание самостоятельно разобраться в том или ином вопросе. Систематическое выполнение учащимися домашних заданий имеет большое воспитательное значение: приучает к добросовестности, ответственному отношению к своим обязанностям, умению рассчитывать свое время и планировать работу, развивает навыки самоконтроля.

Необходимость домашней самостоятельной работы диктуется и рядом других факторов. Усвоение сущности физических явлений, понятий и теорий, процесс выработки умений и навыков у разных учащихся происходит неодинаково. Одни быстро

усваивают изучаемый материал, другим требуется больше времени на его осмысливание и запоминание. Дома школьники имеют возможность работать каждый в своем темпе.

При организации домашней работы учащихся нужно иметь в виду следующее.

Домашние задания по физике нельзя сводить только к заучиванию параграфов учебника и решению задач. Нужно больше использовать задания творческого характера. Это повышает интерес детей к выполнению домашних заданий и вообще к предмету.

Не следует домашние задания давать в самом конце урока, и тем более после звонка, без объяснения приемов их выполнения. В результате ученики могут тратить много времени на выполнение задания и иногда безрезультатно. Это порождает у учащихся неверие в свои силы, снижает интерес к предмету.

При определении содержания и объема домашней работы нужно учитывать индивидуальные особенности школьников.

Во всех случаях необходим должный контроль за выполнением домашних заданий.

Виды домашних заданий. Домашние задания по физике обычно заключаются в изучении литературы, решении задач и выполнении различных практических заданий.

Работа с учебной и дополнительной литературой может иметь целью:

повторение пройденного на уроке материала;

изучение нового материала, который в доступной форме изложен в учебнике и к сознательному усвоению которого учащиеся хорошо подготовлены (вопросы истории науки и техники, практическое применение изученного явления или закона, например, применение рычагов в технике и быту);

расширение и углубление знаний, полученных на уроке;

подготовку докладов и кратких сообщений о жизни и деятельности ученых и изобретателей, о новейших достижениях в области физики, о применении изучаемых явлений в технике и быту;

написание сочинений и рефератов по физике.

Наряду с изучением литературы домашние задания по физике могут включать решение задач (гл. 9 и 10), наблюдения и опыты, изготовление несложных приборов, подготовку докладов и сообщений, измерения, сбор коллекционного материала.

Разумеется, что не все рассмотренные виды домашних заданий дают на одном уроке.

Методика домашних заданий. Отношение ученика к домашним заданиям, качество их выполнения, а также время для выполнения задания в значительной мере зависят от того, как учитель дает домашнее задание. При инструктаже на уроке следует:

раскрыть цель и значение работы;

дать соответствующие рекомендации по ее выполнению и оформлению;

предупредить о возможных затруднениях и возможных недочетах работы;

рекомендовать наиболее целесообразные способы самоконтроля.

Учащиеся должны ясно представить, какой материал нужно усвоить самостоятельно по учебнику, на что должно быть обращено особое внимание, что надо запомнить. В тех случаях, когда это необходимо, порядок выполнения задания разбирают в классе. Однако разъяснение методов выполнения задания ни в коей мере не должно снижать самостоятельности учащихся.

Иногда полезно давать домашние задания в двух-трех вариантах на выбор учащихся, особенно если это задание творческого характера. Задания, связанные с проведением наблюдений, конструированием приборов, подготовкой сообщений, дают, как правило, на длительный срок.

Наряду с заданиями, общими для всего класса, следует систематически давать индивидуальные задания с учетом подготовки и интересов ученика.

Учащимся, по каким-либо причинам отставшим от класса, на первых порах для домашней работы дают более легкие задачи и посильные упражнения, а затем эти задания усложняют. Такой подход позволяет учащимся обрести веру в свои силы и повышает интерес к учению. Способным школьникам систематически необходимо предлагать более сложные задания: решение задач, включающих элементы исследования; выполнение более сложных опытов и наблюдений; создание схем электрических цепей и автоматически действующих установок; чтение дополнительной литературы. Это содействует дальнейшему развитию их способностей, воспитанию стремления глубже разобраться в изучаемом материале и предупреждению появления у них самоуверенности, поверхностного отношения к изучению предмета.

Особый, индивидуальный подход необходим к учащимся, интерес которых к предмету еще не удалось пробудить на уроках. Для увлечения таких школьников предметом (физикой) учитель может привлекать их к подготовке опытов для уроков, поручать прочесть статью и рассказать о прочитанном на следующем уроке, дать задание решить одну и ту же задачу несколькими способами и оценить, какой из найденных способов самый простой.

Требования к оформлению домашних работ. Задания по решению задач, выполнению наблюдений, опытов, работ творческого характера должны быть отражены в домашней тетради учащегося. Выполнение кратких письменных отчетов о домашней работе приучает грамотно и кратко выражать свои мысли, при этом вырабатываются навыки культуры записи: определен-

ная система, четкость и последовательность в выполнении записей. Описание домашнего опыта или наблюдения заставляет ученика глубже продумать увиденное, выделить главное.

По физике лучше иметь одну тетрадь для классной и домашней работы. Это обеспечит систематичность записей и облегчит учащимся пользование тетрадью. Необходимо четко формулировать требования к записям в тетрадях, посоветовать, что́ записать и как лучше оформить запись. В отчете о выполнении экспериментальных заданий по изучению физических явлений должны содержаться краткое описание наблюдаемого в опыте физического явления, объяснение причин возникновения этого явления или вывода из опыта, схематический рисунок опыта. Например, если учащиеся собирали коллекцию видов топлива, то в тетради они записывают, какие виды топлива собраны, указывают их калорийность. Если в задание входило изготовление какого-либо прибора, то каждый учащийся отчитывается о выполнении задания, представляя изготовленный прибор или его схему.

Методика проверки домашних заданий. Методически правильно построенная система проверки домашних заданий приучает учащихся аккуратно и добросовестно выполнять их, помогает учителю и самим ребятам увидеть слабые и сильные стороны в усвоении материала.

Сам факт выполнения домашних работ учитель устанавливает, бегло просматривая тетради учеников или изготовленные ими приборы, теоретический материал проверяет путем фронтального или индивидуального опроса отдельных учащихся у доски (гл. 12, *2*). Степень самостоятельности в решении домашней задачи может быть проверена решением аналогичной задачи у доски или объяснением ее решения с места, проведением физического диктанта по содержанию домашнего задания. Проверку домашних заданий можно проводить путем взаимопроверки тетрадей учащимися и путем взаимопроверки при устных ответах. Последняя включает постановку вопросов отвечающему товарищу, замечания по ответу, анализ ответа. После тщательного просмотра учителем тетрадей с заданиями творческого характера школьникам, давшим наиболее интересные решения, предлагают сообщить их классу. Приборы, изготовленные учащимися дома, учитель собирает для проверки и оценивает. Наиболее удачно изготовленные приборы полезно продемонстрировать, лучшие можно отобрать для пополнения кабинета, для выставки. Рассматривают на уроке и такие работы, в которых допущены ошибки, выявляющие пробелы в знаниях учащихся.

Место проверки домашнего задания зависит от того, как связано оно с тем, что будет изучено на уроке. Домашнее задание — это, как правило, подготовка к более осмысленному и глубокому пониманию нового, поэтому в основном проверку

осуществляют перед изучением нового. Однако иногда целесообразно провести проверку домашнего задания в процессе изучения нового материала. Например, при рассмотрении вопроса о применении простых механизмов выясняют, с какими простыми механизмами ученики познакомились дома и в учебных мастерских.

Выполнение некоторых видов заданий целесообразно проверять в процессе упражнений и постановки фронтальных и экспериментальных работ. Это относится, например, к заданию по изготовлению приборов и принадлежностей для выполнения экспериментальных и лабораторных работ.

Необходима периодическая проверка тетрадей у всего класса. У менее старательных учеников тетради следует просматривать чаще. Просмотренные работы оценивают, а общую оценку за ряд работ по теме можно поставить в журнал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гальперин П. Я. Психология мышления и учение о формировании умственных действий. — Сб. «Исследование мышления в советской психологии». М., «Наука», 1966.

2. Муравьев А. В. Как учить школьников самостоятельно приобретать знания по физике. М., «Просвещение», 1970.

3. Петровский А. Память школьника на уроке и дома. — «Народное образование», 1966, № 1.

4. Смирнов А. А. Проблемы психологии памяти. М., «Просвещение», 1966.

5. Скрелин Л. И. Дидактический материал по физике. 8 класс. М., «Просвещение», 1973, Дидактический материал по физике. 9 класс. М., «Просвещение». 1976.

6. Усова А. В. Организация самостоятельной работы по курсу физики в восьмилетней школе. Челябинск, Южно-Уральское кн. изд-во, 1968.

7. Усова А. В. Формирование обобщенных умений и навыков. — «Народное образование», 1974, № 3.

8. Усова А. В., Вологодская З. А. Самостоятельная работа учащихся по курсу физики VI класса. Челябинск, Южно-Уральское кн. изд-во, 1973.

9. Усова А. В., Вологодская З. А. Самостоятельная работа учащихся по курсу физики VII класса. Тетради для самостоятельных работ. Челябинск, Южно-Уральское кн. изд-во, 1973.

10. Ушаков М. А. Физика. Электричество. Иллюстративный раздаточный материал. М., «Просвещение», 1970.

ГЛАВА 12

ПОВТОРЕНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА. ПРОВЕРКА ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ

1. ПОВТОРЕНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

В педагогическом процессе важно не только хорошее изложение учебного материала, но и дальнейшее закрепление его. Прекрасным средством закрепления знаний учащихся служит

повторение. Необходимость повторения в процессе обучения вытекает из принципа прочности в усвоении знаний (гл. 4, *5*).

Повторение нельзя рассматривать как простое воспроизведение в памяти ранее изученного материала. Всякое повторение должно осуществляться одновременно с движением вперед, всегда включать элементы нового.

Наибольший результат повторение приносит в том случае, когда ранее приобретенные знания служат основой для изучения нового. При повторении пройденного материала следует меньше обращаться к памяти ученика, а больше развивать его мышление. Разумеется, ученики должны четко формулировать законы и давать определения, иметь представление о числовом значении некоторых физических величин, которыми часто приходится пользоваться на практике. Всякое запоминание должно опираться прежде всего на логическую память, на логическое мышление, а не на механическое заучивание. Применение ранее полученных знаний в процессе решения практических задач, а также при изучении нового материала — лучшее средство развития памяти учащихся и их логического мышления.

Одним из эффективных способов повторения служит решение задач. При решении задач устанавливают взаимосвязь между величинами, восстанавливают в памяти их определения, выясняют физический смысл формул, осуществляют связь теории с практикой.

Эффективным средством повторения и закрепления материала служит решение комбинированных задач, в процессе которого возникает необходимость использования знаний из различных тем или даже разделов курса.

Повторение материала может быть также организовано на лабораторных и практических занятиях, особенно при выполнении работ заключительного практикума (гл. 8, *4*).

Важная форма повторения — выполнение домашнего задания (гл. 11, *3*).

Виды повторения разнообразны и по форме, и по содержанию. Различают повторение изученного на уроке материала, повторение материала предыдущих уроков, пройденной темы, раздела, материала, пройденного за четверть, повторение курса, изученного в прошлые годы.

Пройденный материал в той или иной мере повторяют на каждом уроке, так как изучение нового, как правило, опирается на ранее полученные учащимися знания.

Повторение материала, пройденного за год, может быть проведено по-разному. Некоторые учителя уже в середине апреля заканчивают изучение программного материала и на протяжении почти всей четвертой четверти ведут повторение курса. В результате из-за сокращения времени на изучение нового материала многие вопросы оказываются недостаточно усвоенными учениками. Их приходится доучивать в конце года. Это

проходит малоэффективно, так как интерес к ранее изученным вопросам у учащихся понижен. Нужно повторять систематически, в течение всего года. Помимо повторения учебного материала за текущий год, необходимо проводить повторение и за прошлые годы.

Полезно в начале изучения раздела сообщить учащимся основные вопросы и тем самым заранее определить объем и содержание подлежащего изучению материала. В конце прохождения раздела по этим вопросам проводят повторение.

Так, например, при изучении атмосферного давления дают следующие вопросы:

причина существования атмосферного давления;

опыты, подтверждающие существование атмосферного давления;

величина атмосферного давления на уровне моря;

устройство и принцип действия приборов для измерения атмосферного давления.

2. ПРОВЕРКА ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ УЧАЩИХСЯ

Значение систематической проверки успеваемости учащихся. Правильно организованная проверка успеваемости учащихся необходима для контроля за работой школьников. Она содействует развитию памяти, мышления и речи учащихся, приводит в систему их знания, а также позволяет судить об эффективности методов, применяемых учителем, помогает своевременно установить, а затем устранить его недоработки в учебном процессе. Систематические отчеты учащихся за свой учебный труд воспитывают у них чувство ответственности, дисциплину труда.

В проверку успеваемости по физике входит проверка знаний, умений и навыков. Основные требования к проверке успеваемости учащихся — регулярность проверки и объективность оценки.

Основные способы и формы проверки знаний, умений и навыков. Знания учащихся по физике проверяют устно (индивидуальный и фронтальный опрос, зачет) и письменно (контрольные работы, рефераты), а умения и навыки — с помощью решения экспериментальных и графических задач, контрольных лабораторных работ.

Устный способ проверки знаний. Устная проверка — самый распространенный способ проверки знаний учащихся. С ее помощью осуществляется непосредственный контакт между учителем и учеником. Устную проверку знаний можно проводить в начале урока, во время повторения и подготовки к изучению нового материала, в процессе управжнений, а также в конце урока — после изучения нового материала и самостоятельной работы.

Устный способ проверки знаний может проходить в двух формах: индивидуальной и фронтальной.

Индивидуальный опрос. При индивидуальном опросе один из учащихся у доски последовательно объясняет физическое явление, закон или устройство, принцип действия прибора, решение задачи, делает опыты. Другие учащиеся слушают. Очень важно при этом вовлечь всех учеников класса в активную работу.

Порядок опроса может быть следующим. Учитель ставит вопрос всему классу и, если нужно, дает план ответа или указания, например, сделать чертеж, собрать цепь, продемонстрировать опыт. После постановки вопроса преподаватель дает классу 1—2 минуты на обдумывание содержания и плана ответа, затем вызывает одного из учеников к доске. Вызванный ученик может отвечать не сразу, ему иногда нужно дать время на подготовку к демонстрации. В это время преподаватель может поставить вопрос и вызвать следующего ученика или провести фронтальный опрос. Вопросы учитель должен формулировать логически четко, в понятной для учащихся форме, достаточно громко и отчетливо.

При индивидуальной устной проверке знаний вопросы, задаваемые ученику, можно разделить на основные и дополнительные (вспомогательные). Основной вопрос требует более или менее развернутого ответа. В качестве основных в VII классе могут быть заданы, например, такие вопросы:

рассказать о сопротивлении проводников и на опыте показать, от чего оно зависит;

продемонстрировать магнитное действие тока и рассказать о его применении на практике.

Дополнительные вопросы ставят тогда, когда ученик затрудняется ответить на основной вопрос. Эти вопросы направляют мысль отвечающего ученика, помогают ему найти правильный ответ. После ответа ученика преподаватель может дать вспомогательные вопросы, чтобы выяснить, насколько хорошо понят тот или иной вывод, причины явлений, а затем предлагает классу дополнить или исправить ответ.

Учитель должен уметь внимательно слушать ответы учащихся, одновременно следить за работой всего класса в целом и отдельных учащихся, добиваясь выработки у них умения давать четкие, правильные ответы. За некоторые ответы учитель выставляет оценки. Выставление отдельным учащимся оценок за исправления и дополнения к ответам способствует повышению активности класса.

Чтобы ответ учащегося не продолжался долго, следует выделять из темы небольшой круг наиболее важных вопросов, тему целесообразно делить на две или три законченные части. При этом, как правило, вопросы надо задавать так, чтобы для ответа на них ученик не мог механически воспроизвести пройденное в том виде, как оно изложено в учебнике. Целесообразно задавать школьникам вопросы, которые заставляют не просто

припоминать, но и активно мыслить, раскрывать физическую сущность явлений и взаимосвязь между ними. Этому требованию удовлетворяют вопросы: почему происходит то или иное явление, с какой целью используют на практике те или иные приемы, как следует выполнить определенное действие с прибором, например: «Почему при коротком замыкании плавятся предохранители?»

Нередко ставят так называемые двойные вопросы, в одной формулировке которых объединены два вопроса, например: «Рассказать о явлении кипения и его отличии от испарения». В подобных вопросах первая часть требует от учеников знания фактического материала, умения изложить его своими словами, а вторая — логического мышления, умения сравнивать, выявлять черты сходства и различия в предметах и явлениях.

Полезны вопросы, ответы на которые требуют применения наглядных пособий. Они приучают разбираться в схемах, чертежах, кроме того, повышают интерес учащихся, слушающих ответ своего товарища, побуждают их активно думать.

Построению четких, логически последовательных ответов способствует применение планов обобщенного характера (гл. 11, *2*).

Фронтальный опрос. Фронтальную проверку знаний можно проводить на любом этапе урока: при повторении материала, в процессе изучения нового, при различных формах самостоятельной работы. Но не надо чрезмерно увлекаться и ограничиваться только фронтальной формой проверки знаний учащихся, так как в этом случае учащиеся приучаются отвечать на мелкие вопросы и потом им трудно давать логически последовательные развернутые ответы. Фронтальную проверку знаний нужно сочетать с индивидуальной и другими способами учета знаний.

При фронтальном опросе оценка ученику может быть поставлена как по окончании опроса, так и в конце урока.

Письменный способ проверки знаний осуществляют путем проведения контрольных работ. Продолжительность работ может быть различной — от 10—15 минут до целого урока. Цель проведения письменной контрольной работы по физике — выявить знания учащихся и умения применять их для решения конкретных задач. Письменная проверка экономит время.

Часовую контрольную работу проводят обычно один-два раза в четверть. О проведении такой работы учитель иногда заранее может предупредить учащихся, чтобы они повторили и систематизировали свои знания по пройденному материалу, а иногда следует проводить такие работы без предупреждения. Кратковременные, 10—15-минутные работы проводят без специального предупреждения учащихся. Такие работы дают возможность следить за тем, как ученики усваивают текущий материал.

В контрольную работу обычно включают вычислительные, графические задачи и вопросы. Большое значение имеет правильный подбор задач по их трудности. Сложные задачи требуют от школьников умения ориентироваться во многих вопросах, притом часто значительной трудности. Однако они нередко остаются не доведенными до конца вследствие затруднения по какому-либо одному частному вопросу или из-за трудности в математических расчетах в самом начале. Это приводит к неопределенности оценки за выполнение такой работы. Поэтому для контрольной работы не следует подбирать чрезмерно сложные задачи. Сложные задачи нужно включать в дополнительные билеты для сильных учеников. Правильно решенная дополнительная задача повышает (а не решенная не снижает) общую оценку за работу.

Контрольная работа имеет смысл только тогда, когда обеспечивается полная самостоятельность учащихся при ее выполнении. Поэтому целесообразно составлять несколько различных вариантов билетов одинаковой трудности и распределять их так, чтобы сидящие рядом ученики получали различные задания.

Сильным учащимся после решения обязательных задач целесообразно предложить карточки с задачами повышенной трудности. Такие задачи можно записывать и на доске, чтобы над их решением могли подумать все желающие.

Письменную контрольную работу необходимо проверить к следующему уроку, пока учащиеся хорошо помнят ее содержание.

При проверке работ на полях делают краткие замечания, по которым ученик может видеть, в чем он ошибся и как правильно следовало бы решить задачу.

При оценке контрольной работы прежде всего учитывают полноту и правильность ответов ученика на поставленные вопросы и качество решения задачи. За арифметические ошибки, если они не искажают физический смысл, обычно снижают оценку на один балл. Однако если ученик допустил математическую ошибку, в результате которой нарушается правдоподобность ответа, и не замечает этой неправдоподобности, за это оценка может быть снижена уже на два балла. Например, если ход решения задачи правильный, но ученик получил коэффициент полезного действия равным 260% или скорость пешехода оказалась равной 600 км/ч, то здесь налицо незнание фактического материала и оценка за данную задачу должна быть безусловно снижена.

К незнанию вопросов физики относятся и ошибки в выборе и записи формулы для решения задачи, неправильное наименование окончательной искомой величины и др.

Грамматические ошибки необходимо исправлять в работе и сообщать о них преподавателям русского языка, но оценку

за них снижать не следует. При оценке работ основное внимание следует обращать на умение пользоваться знаниями, умение самостоятельно мыслить и правильно объяснять. Если все задачи контрольной работы решены правильно и решение сопровождается необходимым пояснением, то такую работу оценивают баллом «пять». Если ход рассуждений по решению задач правильный, но допущены незначительные ошибки при вычислениях или применены нерациональные методы решения, то такую работу оценивают баллом «четыре». Работу же, выполненную правильно лишь наполовину, оценивают баллом «три». Если ни одна из задач верно не решена и в решении задач допущены грубые ошибки, приведшие к неправильным ответам, такую работу оценивают баллом «два».

На уроке, посвященном анализу результатов контрольной работы, особенно тщательно нужно разобрать ошибки, оказавшиеся общими для многих учащихся. При анализе следует также отметить оригинальные способы решения задач. Образцовые работы полезно показать всему классу.

Проверку практических умений и навыков проводят путем выполнения учащимися различных опытов с помощью приборов и инструментов. Такие проверочные практические работы ставят как индивидуальные, так и фронтальные.

Индивидуальная практическая проверка состоит в том, что вызванный ученик производит тот или иной опыт, показывает или объясняет устройство, назначение и работу прибора (машины) или выполняет задание по измерению физических величин, а остальные учащиеся класса внимательно следят за действиями ученика и по предложению учителя вносят свои исправления и дополнения.

При фронтальной практической проверке учитель дает задание всему классу и следит за ходом работы. На основе своих наблюдений и проверки письменных отчетов, представленных учениками, учитель выставляет оценку. К числу таких работ следует отнести лабораторные работы (в том числе работы физического практикума) и контрольные лабораторные работы, которые могут содержать ряд экспериментальных задач.

Для обеспечения самостоятельности в работе рядом сидящие ученики должны получить различные материалы и приборы. Например, при определении объема тел им следует дать мензурки с различной ценой деления; при определении плотности вещества — бруски из разных материалов.

3. НОВЫЕ СПОСОБЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

В последнее время в ряде школ стали практиковать проведение учета знаний учащихся с помощью тестов, перфокарт и различного рода контролирующих приборов (машин).

	1	2	3	4
I	○	○	○	○
II	○	○	○	○
III	○	○	○	○
IV	○	○	○	○
V	○	○	○	○
VI	○	○	○	○

Рис. 12-1.

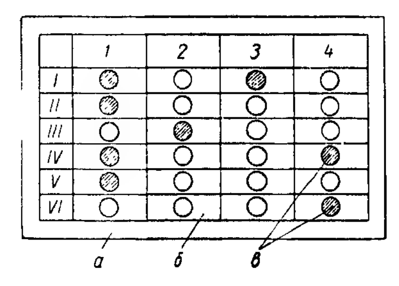


Рис. 12-2.

	1	2	3	4
I	○		○	
II	○			
III		○		
IV	○			○
V	○			
VI	○			

Рис. 12-3.

С помощью перфокарт учет знаний осуществляют следующим образом. Ученик получает карточку, в которой предложено 5—10 вопросов по теме. На этой же карточке или на другой приведено по 3—4 ответа на каждый вопрос, из которых полным и правильным является лишь один. Задача ученика — найти правильные ответы на поставленные вопросы. Для контроля ученику выдают перфокарту. Простейший вид перфокарты показан на рисунке 12-1. Она представляет собой пластинку, изготовленную из оргстекла, картона, белой жести или плотной бумаги, на которую нанесен ряд отверстий. По вертикали отмечены номера вопросов: I, II, III, IV...; по горизонтали — номера вариантов ответов на них: 1, 2, 3 ... Ученик кладет перфокарту на лист бумаги, очерчивает ее контур и заштриховывает или отмечает какими-либо другими значками отверстия, соответствующие верным, с его точки зрения, ответам. При проверке учитель накладывает дешифратор на контур, обведенный учеником. При этом верные ответы (заштрихованные кружки или помеченные каким-либо другим значком) окажутся против отверстий дешифратора. Неверные ответы будут закрыты.

На рисунке 12-2 представлен вид перфокарты, наложенной на лист бумаги с помеченными учеником ответами; на рисунке 12-3 представлен закодированный для данной работы дешифратор.

Примеры задач с выборочными ответами приведены в главах 17, 18, 21.

Более оперативный способ проверки знаний учащихся основан на применении карточек с шифром. Отличается он от предыдущего следующим. Получив вопросы с вариантами ответов, учащиеся кодируют выбранные ими варианты ответов на карточках установленного учителем образца или в своих рабочих тетрадях. Кодирование осуществляется с помощью следую-

6-б

Баранов С.

I–1,2
II–1
III–2
IV–4
V–3
VI–1,4

а

6 классы

Работа от 22.III.68г

I–1,2
II–1
III–2
IV–1,4
V–3
VI–1

б

Рис. 12-4.

щего шифра. С левой стороны карточки (рис. 12-4, *а*) по вертикали один под другим римскими цифрами указаны номера вопросов или задач. Против каждого номера вопроса или задачи учащийся записывает арабской цифрой номер варианта ответа, который он считает правильным. В верхней части карточки указан класс и фамилия учащегося. Получив от учащихся карточки с шифром, учитель сравнивает их со своей, на которой указаны номера верных ответов (рис. 12-4, *б*), и обводит карандашом выбранные учащимся верные ответы. Поскольку на карточках зафиксированы верные и неверные ответы, учитель имеет возможность проанализировать выбранные учащимися неверные ответы и благодаря этому установить типичные ошибки в усвоении понятий. Знание ошибок позволяет определить причины их возникновения и своевременно наметить пути их предупреждения.

Анализ результатов проверки работ проходит более успешно, если их фиксирует учитель. Для этой цели удобна приведенная ниже таблица.

Применение ее позволяет довольно быстро (за 15—20 мин.) оценить результаты работы класса в целом, определить частоту повторения допускаемых учащимися ошибок и в соответствии с этим принять оперативные меры к их преодолению. Решению этих задач способствует то, что варианты ответов выбраны из расчета возможных (предполагаемых) ошибок в усвоении понятий учащимися.

При машинной проверке знаний ученик также получает ряд вопросов, на каждый из которых дано несколько ответов. Выбранные ответы он с помощью кода сообщает машине, а машина посредством световых сигналов сообщает, правильный ли был дан ответ или неправильный.

№ п/п	Фамилия учащегося	Номера вопросов и вариантов ответов к ним																						Балл за работу
		I				II			III				IV				V			VI				
		1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	
1	Иванов В.	+		+		+				+			+			+			+	+				5
2	Баранов С.	+		+		+				+			+			+			+	+			+	4
																								
																								
Всего		28	7	28	1	25	10	—	2	30	2	1	32	2	4	29	4	1	30	29	3	1	2	
% от общего количества учащихся																								

Пока трудно судить, насколько эффективен последний способ учета знаний учащихся. Однако с определенностью можно сказать, что применение его позволяет учителю быстро получить общее представление об уровне знаний учащихся по отдельным вопросам, но он не дает возможности определить характер пробелов в знаниях и умениях учащихся, типы допущенных ими ошибок в суждениях, а не зная этого, нельзя целенаправленно вести работу по устранению пробелов в знаниях.

Из краткого обзора способов проверки знаний учащихся следует вывод о необходимости применять в учебном процессе разнообразные способы, так как каждый из них имеет свои достоинства и недостатки и позволяет проверить определенный круг умений и знаний. В зависимости от конкретных задач, ставящихся перед проверкой, и времени, которое может быть выделено для нее на уроке, учитель выбирает соответствующие способы.

ЛИТЕРАТУРА

1. О текущей проверке знаний, умений и навыков учащихся по физике. Методическое письмо. Сост. Э. Е. Эвенчик. М., Учпедгиз, 1957.

2. О проверке и оценке знаний, умений и навыков учащихся восьмилетних и средних школ. Инструктивно-методическое письмо Министерства просвещения РСФСР. Сборник приказов № 35 и 36, 1962.

3. Енохович А. С. и др. Контрольные работы по физике в 6—7 классах. М., «Просвещение», 1971.

ГЛАВА 13

ВНЕКЛАССНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

1. ЗНАЧЕНИЕ И ФОРМЫ ВНЕКЛАССНОЙ РАБОТЫ

Внеклассная работа имеет важное воспитательное и образовательное значение. Она способствует воспитанию у учащихся инициативы, самостоятельности, умения творчески подходить к решению различных задач, а также воспитанию у них чувства коллективизма и товарищества.

В практике работы советской школы сложились разнообразные формы внеклассных занятий по физике. Основные из них: физические и физико-технические кружки, вечера и конференции, доклады и рефераты учащихся, внеклассное чтение по физике и технике, физические олимпиады и конкурсы, физические лектории, выставки по физике и технике, выпуск стенных газет, бюллетеней и журналов, демонстрация учебных и научно-популярных кинофильмов, внепрограммные экскурсии.

Рассмотрим некоторые наиболее важные формы работы.

2. КРУЖОК — ОСНОВНАЯ ФОРМА ВНЕКЛАССНОЙ РАБОТЫ

Систематическая внеклассная работа содействует развитию способностей учащихся, формированию у них устойчивого интереса к определенным областям физики или техники. Именно такая работа и осуществляется в физических и физико-технических кружках.

Организация кружковых занятий. Прежде всего учителю необходимо изучить учеников и выделить среди них интересующихся физикой или техникой. Предварительное знакомство с учащимися позволит учителю оказать им помощь в выборе кружка, который бы наиболее соответствовал их интересам и наклонностям, а затем правильно распределить задания между кружковцами.

Число членов каждого кружка не должно быть больше 12—15.

Содержание и план работы кружка надо составлять с учетом интересов, индивидуальных и возрастных особенностей школьников. Однако общее направление работы кружка учитель определяет заранее. Выбор его зависит от интересов и подготовки самого учителя, запросов учащихся, потребностей школы, состояния оборудования физического кабинета, наличия материалов и ряда других факторов. Например, учитель может выдвинуть общую задачу — оборудование физического кабинета — и на этой основе создать кружок из учеников, желающих принять участие в такой работе.

Каждое задание, которое получает кружковец, должно быть для него посильным и в то же время достаточно сложным. Надо иметь в виду, что моральное удовлетворение и пользу учащиеся получают только от выполнения заданий, требующих от них достаточно высокого трудового напряжения и творчества. При этом каждое задание должно быть новой, качественно более высокой ступенью в их работе.

В немалой степени успех работы кружка зависит от организации, контроля и учета работы кружковцев. Нужно каждую работу доводить до конца, результаты обсуждать на заседании кружка и фиксировать их в специальном журнале. Один-два раза в год целесообразно устраивать отчетную выставку проделанной работы.

Наибольшую пользу учащимся приносят кружки, в основе которых лежит тесная связь теории и практики. Только при этом условии работа в кружке развивает и укрепляет интересы учащихся. Для кружков экспериментального направления способами осуществления связи теории и практики являются беседы и лекции руководителя, доклады и рефераты членов кружка. Желательно, чтобы каждый член кружка в течение года подготовил хотя бы одно сообщение или небольшой доклад. На занятиях членов кружка полезно знакомить с наиболее интересными и важными статьями из журналов и газет об успехах науки и техники.

В кружках с теоретическим уклоном связь теории с практикой осуществляется путем подготовки демонстраций наглядных пособий к докладам, решения экспериментальных задач, проведения экскурсий.

Особый интерес к физике и творческой деятельности у учащихся появляется тогда, когда им удается применить знания для решения какой-либо общественно полезной задачи. Учитывая это, некоторые учителя организуют кружковую работу в непосредственной связи с производством. Немало полезных дел может быть выполнено кружковцами и в школе. Радиофикация и телефонизация школы, изготовление приборов для кабинета и многое другое потребует от школьников знаний по физике и творческого мышления.

Физический кружок для начинающих. Цель этого кружка — привить учащимся любовь к физике, выявить интересы и наклонности отдельных учащихся, дать всем кружковцам обязательный минимум практических умений и навыков, необходимых для дальнейшей работы в физических кружках.

В течение года учащиеся должны научиться паять, склеивать деревянные, резиновые и стеклянные изделия, покрывать поверхности масляной краской и лаком. Они должны научиться гнуть, вытягивать и запаивать стеклянные трубки, резать и сверлить стекло, приобрести некоторые навыки в работе с бумагой и картоном.

Все эти навыки приобретаются учащимися в процессе выполнения конкретных заданий, по возможности носящих общественно полезный характер.

Помимо приобретения основных практических умений и навыков, необходимых для дальнейшей работы в экспериментальных кружках, учащиеся знакомятся с новыми для них физическими явлениями, с их практическим применением, с новыми физическими приборами, решают интересные задачи, просматривают учебные кинофильмы.

Обязательное условие работы кружка начинающих — разнообразие форм работы, использование элементов занимательности, а также разумное сочетание теории и практики.

Кружок начинающих комплектуют, как правило, из школьников, еще не имеющих опыта внеклассной работы по физике. Занятия в кружке начинающих продолжаются один год. В течение этого времени определяются интересы учащихся, и на следующий год они переходят в специальный или общефизический кружок. Работу этого кружка целесообразно построить таким образом, чтобы она содействовала углубленному изучению основных тем программы.

Кружок по изготовлению и конструированию физических приборов. Этот кружок получил широкое распространение благодаря его практической направленности и интересам, неизменно проявляемым учащимися к подобного вида работам. Однако опыт показывает, что эти интересы у учащихся быстро теряются, если занятия в кружке сводятся лишь к практической работе учеников. Плодотворной работы в подобных кружках достигают лишь в том случае, когда учащиеся получают не только чисто практические навыки, но и конструкторские, а также приобретают теоретические знания. Надо, чтобы ученик, работая над изготовлением прибора, не только ясно представлял себе его назначение, но и умел ответить на вопросы: какова природа физического явления, демонстрируемого с помощью этого прибора, где встречается это явление, от каких факторов зависит эффективность его демонстрации.

Постановка подобных вопросов требует от учащихся систематической работы с литературой. Это в свою очередь позволит им наряду с демонстрацией прибора на заседании кружка делать содержательные, полезные для общего развития всех членов кружка сообщения и доклады.

Высокие требования следует предъявить к внешнему оформлению прибора. Необходимость тщательной внешней отделки прибора воспитывает у учащихся терпеливость, волю, учит бережно относиться к оборудованию, ценить труд других. Учителю и самому необходимо с большим уважением относиться к работе учащихся.

Целесообразно предлагать ученикам для изготовления в первую очередь те приборы, которые можно будет использовать

уже на ближайших уроках. Это повышает интерес учащихся к их изготовлению. Следует обратить серьезное внимание и на работу с чертежом. Используя навыки, полученные школьниками на уроках черчения, нетрудно добиться, чтобы они грамотно выполняли эскизы и рабочие чертежи приборов.

Вот некоторые примеры заданий, которые могут быть рекомендованы учащимся VI—VII классов.

Изготовьте по описанию водяные часы, пневматический пистолет, прибор для демонстрации подъема затонувших судов (см. рис. 18-35), модель водяного двигателя.

Сконструируйте и изготовьте прибор для измерения объема малых тел, прибор для демонстрации удлинения тонкой проволоки при нагревании, тележку, движущуюся за счет потенциальной энергии поднятого над ней груза (см. рис. 19-8).

Исследовательский кружок. Цель такого кружка — пробуждение у учащихся интереса к исследовательской работе, выработка у них элементарных навыков этой работы.

Вовлекать в исследовательские кружки нужно наиболее одаренных ребят, глубоко интересующихся физикой. В восьмилетней школе целесообразно использовать задания типа лабораторных работ, включающих элементы исследования, связанные с программным материалом и содействующие его углубленному изучению. Приведем несколько примеров подобных заданий:

1. Исследуйте, зависит ли величина выталкивающей силы от формы тела и глубины погружения в жидкость; изменится ли выталкивающая сила, если на поверхность жидкости, в которую погружено тело, налить слои более легкой жидкости. Результаты объясните.

2. Определите температуру металлического предмета, нагретого в пламени спиртовки (придумайте способ и выполните опыт).

3. Исследуйте, как распределяются токи в ветвях параллельного соединения в зависимости от сопротивления ветвей.

4. Исследуйте изменение мощности электрической лампочки при изменении силы тока в ней. Начертите график, результаты объясните.

В задачу учащихся при выполнении исследовательских заданий входит составление плана исследования, подбор необходимых приборов и материалов, сборка установки, проведение исследования и формулировка выводов. Задания могут быть индивидуальными и групповыми.

3. ВЕЧЕРА ФИЗИКИ И ТЕХНИКИ

Вечера физики и техники — одно из наиболее увлекательных, полезных массовых внеклассных мероприятий по физике. Хорошо проведенный вечер часто оставляет у учащихся неизгладимое впечатление, а для некоторых из них служит началом серьезного увлечения физикой или техникой.

Виды вечеров. В практике внеклассной работы в VI—VII классах наибольшее распространение получили вечера занимательной физики, физико-технические вечера, вечера, посвященные юбилейным датам, тематические вечера.

Вечера занимательной физики пользуются особой популярностью у учащихся VI—VII классов. Это и понятно: в возрасте 13—14 лет школьников привлекает все необычное, поражающее воображение. Однако учителю не надо стремиться сделать вечер «возможно занимательнее». Основной принцип отбора — в его содержательности, иначе вечер рискует превратиться в нагромождение эффектных зрелищ и утратить свое познавательное значение.

Необходимым условием успеха вечера занимательной физики является разнообразие используемых на нем форм работы с учащимися. Помимо традиционных занимательных опытов, аттракционов, викторин, у учеников вызывают интерес и другие формы работы, например короткие занимательные физические рассказы-загадки; рассказы, содержащие в себе физические ошибки (их учащиеся должны обнаружить); небольшие занимательные пьесы; картинки-загадки с вопросами к ним.

Особую методическую ценность представляют собой такие формы работы, которые позволяют присутствующим в зале учащимся быть не только зрителями, но и активными участниками вечера. В этом отношении весьма ценна форма работы, проводимая под названием «Внесите усовершенствование!». В ней школьникам показывают модель, рисунок или схему какого-либо устройства, машины, прибора или сооружения. Дают описание его и отмечают, что данная конструкция заключает в себе то или иное несовершенство. Объясняют, в чем оно состоит. Всем предлагают усовершенствовать это устройство. Иногда модель или схема устройства может быть собрана на демонстрационном столе. В этом случае учащимся предлагают продемонстрировать внесенное усовершенствование.

Значительное место на вечерах занимательной физики отводят занимательным опытам. При их подборе следует отдавать предпочтение опытам, в которых показывают явления, находящие широкое применение в технике, быту или часто наблюдающиеся в природе. Ценность демонстрации повышается, если за ней следует короткий рассказ о практическом использовании показанного явления. Приведем пример вечера занимательной физики для учащихся VI класса.

Цель вечера — помочь учащимся глубже осмыслить содержание тем: «Атмосферное давление» и «Архимедова сила», показать, что физические явления и законы могут быть обнаружены и продемонстрированы иногда самым неожиданным образом, заинтересовать учащихся возможностью самостоятельного выполнения увлекательных физических опытов и наблюдений физических явлений в повседневной жизни.

План вечера

1. Вступительное слово ведущего (знакомит присутствующих с программой вечера).

2. Краткий рассказ о значении атмосферы для жизни на Земле и о строении атмосферы.

3. Демонстрация опытов, объясняемых атмосферным давлением: яйцо, «вползающее в графин», «тяжелая газета», «наказанное любопытство» (см. рис. 18-17).

4. Рассказ о выдающемся древнегреческом ученом Архимеде.

5. Демонстрация опытов по теме «Условия плавания тел», например: не всплывающий в воде парафин (дно стеклянного сосуда покрывают тонким слоем парафина и кладут на него кусок парафина с плоским основанием, осторожно наливают воду в сосуд, парафин не всплывает); подъем самодельного воздушного шара, наполненного горячим воздухом; как вести себя утопающему (деревянная кукла, плавающая в воде, погружается глубже в том случае, когда у нее поднимают руки).

6. Показ картинок-загадок. Например, на рисунке разрез морской толщи. В воде «висит» затонувший корабль, не дошедший до дна. Вопрос по картине: «Может ли так быть?»

7. Вручение призов активным участникам вечера.

Физико-технические вечера посвящают актуальным и интересным вопросам современной техники, истории техники, перспективам развития отдельных отраслей физики и техники. На вечере с короткими докладами выступают 3—4 ученика. Доклады должны быть хорошо иллюстрированы. Помимо наглядных пособий, демонстрируют действующие модели технических установок, самодельные приборы, фрагменты из кинофильмов. Такие вечера подготавливают учащиеся — члены физического или физико-технического кружка. Эти вечера могут быть своеобразным творческим отчетом кружковцев о своей работе. Часть вечера можно целиком посвятить итогам работы кружка. Для примера приведем план вечера на тему «Человек осваивает космос».

Часть 1. **Доклады**

1. Космос и мечты человека о его покорении (что такое космос; легенды и сказания, показывающие, что человек с древних времен мечтал о полете в космос).

2. Для чего нужно изучать космос (научное и практическое значение изучения космического пространства)? К. Э. Циолковский (жизнь и деятельность).

3. Современные физические методы исследования космического пространства: космические ракеты, искусственные спутники Земли, космические корабли, межпланетные автоматиче-

ские станции (их назначение и возможности — без рассмотрения устройства).

4. Наши представления о космосе до запуска ИСЗ и теперь (температура, давление, состав атмосферы, излучение).

5. Подготовка космонавтов к полетам (демонстрируют фрагменты из фильма «Небесные братья»).

Показ фрагментов из фильмов и запуск моделей ракет.

Часть 2. **Викторина**

1. Назовите первых воздухоплавателей.
2. Кто первый из ученых, с какой целью и когда поднялся на воздушном шаре?
3. Что такое стратостат? На какую высоту поднимались известные советские стратонавты? Кто знает их имена?
4. Когда был запущен первый искусственный спутник Земли? Когда был осуществлен первый полет космического корабля с человеком на борту?

Подготовка физических вечеров. Проведение любого вечера по физике требует тщательной и длительной подготовки. Начинать ее надо за 2—3 месяца до вечера. На первом организационном собрании участников подготовки и проведения вечера учитель сообщает примерный план вечера. После обсуждения плана распределяют задания между участниками. Участников вечера разбивают на несколько групп: докладчики; ответственные за подготовку опытов; ответственные за подготовку объявления и выпуск специального номера газеты, бюллетеня; оборудующие сцену и зал и т. д. Для каждой группы назначают срок выполнения всех подготовительных работ, а также сроки выполнения отдельных заданий.

После завершения всех подготовительных работ, за несколько дней до вечера, проводят общую репетицию с обсуждением каждой части вечера. Проводить ее следует в том же помещении, где будет проходить вечер. Здесь важно обратить внимание на то, чтобы вся работа на сцене выполнялась четко и слаженно, чтобы не было больших перерывов при переходе от одной формы работы к другой, чтобы все участники вечера знали, когда им выступать, и действовали бы уверенно и совершенно самостоятельно, не прибегая к помощи учителя.

За несколько дней до вечера вывешивают красочно оформленное объявление с его программой. Хорошо оформленное объявление привлекает внимание учащихся и вызывает у них желание непременно принять участие в вечере.

4. ФИЗИЧЕСКИЙ КВН

В последние годы в нашей школе возникли новые формы организации внеклассной работы по физике. Одна из наиболее интересных форм — физический КВН, конкурс внимательных и

находчивых. Его проводят как соревнование двух команд (параллельные классы или соседние школы). Состав команд — 6—8 человек во главе с капитаном команды. За 3—4 недели до начала конкурса команды получают задания: придумать эмблему команды и приветствие; приготовить для команды-соперника рисунок-загадку, шараду или ребус (с физическим содержанием); приготовить небольшую пьесу (на 3—4 минуты) из эпизодов на уроках физики; организовать «оркестр», например, из самодельных музыкальных инструментов (дудки, барабаны, ксилофоны); подготовить 2—3 занимательных опыта по физике. В подготовке домашних заданий командам могут помогать все учащиеся, выставляющие команды.

Конкурс открывает ведущий (следует подобрать остроумного, находчивого, умеющего хорошо держаться перед аудиторией ученика). Он же будет руководить ходом конкурса.

Помимо домашнего задания, конкурс включает в себя состязания команд, соревнование капитанов и соревнование болельщиков. Домашние задания показывают команды поочередно, остальные задания выполняют представители обеих команд одновременно.

В состав жюри входят учитель и 2—4 ученика (например, старшеклассники). Каждое выступление оценивают определенным баллом с учетом правильности, полноты, быстроты выполнения задания. Победительницей окажется команда, набравшая большее количество баллов.

Приведем примеры заданий для VI класса.

Состязание команд (для выполнения каждого задания команды выставляют по 1 человеку)

1. На столе наполненная водой (но не доверху) и закрытая пробкой бутылка из-под молока, линейка.

Задание: определить, сколько воды потребуется, чтобы наполнить бутылку.

2. На столе моток проволоки, весы, разновес, линейка, круглый карандаш.

Задание: определить длину проволоки в мотке, не разматывая его.

3. На столе банка с водой, бутылка, кусок резиновой трубки.

Задание: наполнить бутылку водой, не наклоняя банки.

Соревнование капитанов

Написать на доске фамилии великих физиков.

Написать названия известных вам физических приборов.

Сформулировать закон Паскаля.

Решить задачу (условие дается на листочках). Могут быть включены и экспериментальные задания.

Соревнование болельщиков

Ставят столик и доску посередине сцены. Для выполнения каждого задания выходит по 1 человеку.

Задания. 1. Определить на глаз длину отрезка, изображенного на доске. (Отрезок проводит ведущий. Каждый из соревнующихся записывает на доске предполагаемую длину, затем ведущий измеряет отрезок и объявляет результат.)

2. Определить на глаз объем спичечного коробка или другого предмета.

3. Определить вес тела, положенного на руку.

4. Определить, сколько времени звонил звонок (ведущий определяет по секундомеру).

В соревнование могут быть включены также физические аттракционы.

5. ТВОРЧЕСКИЕ КОНКУРСЫ

Ценная форма внеклассной работы — конкурсы юных исследователей и изобретателей. Конкурсные задания публикуют в периодически выходящих (примерно раз в месяц) бюллетенях. В них же помещают наиболее интересные решения, представленные учащимися по предыдущим заданиям, с разбором их достоинств и недостатков. Рядом с бюллетенем вывешивают таблицу под заголовком «Кто победитель?», отражающую ход конкурса. При оценке работ в первую очередь учитывают оригинальность идей учащихся, а также тщательность выполнения конструкций или исследований. Итоги конкурса подводят в конце учебного года.

6. ЧТЕНИЕ УЧАЩИМИСЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ. ФИЗИЧЕСКИЙ ЛЕКТОРИЙ

Привить учащимся любовь к научной и технической книге, научить их пользоваться книгой, пожалуй, это самое ценное, что может дать учитель своим питомцам во внеклассной работе. Как же руководить внеклассным чтением учащихся? Прежде всего надо позаботиться о том, чтобы в школьной библиотеке была необходимая литература: научно-популярная, журнальная и специальная по физике и технике. Комплектованием библиотеки этой литературой учителю надо заниматься настойчиво и систематически.

В физическом кабинете должны быть вывешены списки литературы, рекомендуемой для чтения учащимся VI, VII классов (в отдельности), в первую очередь той, которая есть в школьной и районной или городской библиотеках.

Полезно составить списки литературы по отдельным отраслям физики и техники, например: «Освоение космоса», «Авто-

матика и телемеханика», «Радиотехника» и т. д. Желательно также иметь в кабинете постоянно действующую и периодически обновляемую книжную полку-витрину с аннотациями к выставленным на ней книгам и отзывами учащихся. В этой работе учащимся помогут книги, выпущенные издательством «Просвещение»,—«Что читать по физике и астрономии» (вып. 1, 1960 и вып. 2, 1968).

Интерес к книгам у учащихся повышается, если учитель систематически использует в учебной работе дополнительную литературу, делает на уроках ссылки на отдельные книги и журналы, зачитывает небольшие отрывки из них. Следует всячески поощрять учащихся, использующих при ответах материал, взятый ими из книг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горев Л. А. Внеклассная работа по физике. М., Учпедгиз, 1960.
2. Державина М. С. Вечера физики и техники в средней школе. М., Учпедгиз, 1960.
3. Малафеев Р. И. Вечера занимательной физики. Челябинск, Южно-Уральское кн. изд-во, 1970.
4. Вечера по физике в средней школе. М., «Просвещение», 1969.

ГЛАВА 14

ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ. ПОДГОТОВКА УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ К УРОКУ

1. ПЛАНИРОВАНИЕ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Планирование работы — сложный и ответственный этап в подготовке учителя физики к занятиям. От планирования во многом зависят слаженность и ритмичность учебной работы, выполнение программы и в конечном счете качество и глубина знаний учащихся.

Планирование работы учителя включает разработку *перспективного* или *тематического плана*; составление плана на каждый урок — *поурочное планирование.*

Основными документами при планировании служат учебный план школы и программа.

Приступая к составлению плана работы, учитель прежде всего знакомится с программой данного класса, тщательно изучает объяснительную записку к ней, знакомится с объемом и содержанием учебника. Затем, исходя из учебного плана, определяет бюджет времени по четвертям учебного года. По новому учебному плану на изучение физики в VI и VII классах отводится по 2 часа в неделю, всего по 70 часов в год. В соответствии с указанным количеством часов учитель распределяет

программный материал по четвертям учебного года и приступает к составлению тематического плана.

При тематическом планировании учебной работы материал каждой темы или небольшого раздела программы распределяют по урокам. Определяют тему каждого урока, виды практических работ, материал для повторения, экскурсии, лабораторные работы, практикумы, уроки повторения и закрепления знаний, самостоятельную работу учащихся, контрольные работы по теме.

Планирование системы уроков по целой теме или подтеме обеспечивает планомерное изучение всех вопросов программы, дает возможность своевременно предусмотреть методы обучения и формы самостоятельной работы учащихся, повторение наиболее трудных вопросов программы, избежать шаблона в проведении урока, в характере домашних заданий. При этом представляется возможность заранее подготовить необходимые наглядные пособия, сделать самодельные физические приборы, решить вопрос о способах проверки знаний, умений и навыков учащихся по теме.

В отношении порядка изучения тем и примерного числа часов на каждую тему учитель руководствуется программой. Однако ему предоставляется право делать перестановку в изучении отдельных вопросов в пределах темы.

Какой-либо обязательной единой формы тематического плана нет. Приведем примерную схему возможного варианта тематического планирования учебной работы по теме «Работа и мощность. Понятие об энергии» в VI классе (см. стр. 168—169).

В дополнение к тематическому плану целесообразно составить план работы. В этом плане необходимо предусмотреть проверку исправности приборов для демонстрационных опытов и лабораторных работ, проведение текущего ремонта, приобретение новых приборов и материалов, изготовление наглядных пособий.

П л а н у р о к а. Завершающее звено в планировании работы учителя — планирование каждого предстоящего урока. Работа над планом или конспектом урока позволяет четко представить все элементы урока и его содержание.

План урока избавляет учителя от необходимости удерживать в памяти все детали урока и их смысловую и хронологическую последовательность, разгружая этим внимание учителя и переключая его на наблюдения за работой класса. Разумное использование плана при проведении урока дает возможность учителю последовательно и стройно излагать свои мысли и значительно облегчает его работу.

Каждый учитель пишет план так, как ему удобно для урока. Однако в нем должны быть отражены следующие вопросы, без которых он утрачивает свое значение: тема и задачи урока (какие будут даны новые понятия, законы, что следует повто-

План изучения темы «Работа и мощность. Понятие об энергии»

(по программе рекомендуется 13 ч, планируется 15 ч, в том числе 2 ч отводится на экскурсию)

№ урока по теме	Тема урока и основные вопросы	Упражнения учащихся под руководством учителя	Самостоятельная работа учащихся на уроке	Домашняя работа учащихся
1	Механическая работа. Единицы работы. Формула работы	Решение экспериментальной задачи: «Определить работу по перемещению гири массой 1 кг на расстояние 1 м по горизонтальной поверхности платформы». Разбор вопросов 1 и 2 на с. 153 учебника	Ответы на вопросы 1, 2, 3 из упр. 36. Решение задачи № 1 из упр. 37 учебника	Прочитать § 87, 88. Повторить единицы работы и формулу для вычисления работы. Решить задачу № 2 из упр. 37 учебника
2	Решение задач на вычисление механической работы. Проверка домашних задач	Решение задач из задачника В. И. Лукашика. «Сборник вопросов и задач по физике». М., «Просвещение», 1970, № 332, 937, 946	Решение задачи № 3 из упр. 37 учебника	Подсчитать работу, которую вы совершаете при ходьбе от школы до дома
3	Мощность. Формула мощности. Единицы мощности	Разбор вопросов к § 89. Решение задачи № 989 из «Сборника вопросов и задач по физике» В. И. Лукашика	Чтение § 89, ответ на вопрос «Что показывает мощность?»	Повторить материал § 89 (определение мощности, способа ее вычисления и единицы мощности)
4	Решение задач на вычисление работы и мощности	Решение задач № 944, 987, 989 из «Сборника вопросов и задач по физике» В. И. Лукашика	Решение задачи № 4 из упр. 38 учебника	Решить задачу № 5 из упр. 38 учебника
5	Лабораторная работа «Определение механической мощности электрического двигателя»	Выполнение лабораторной работы	Решение расчетных задач типа 5 из упр. 38 учебника	
6	Простые механизмы. Рычаг. Равновесие сил	Разбор вопросов к § 90. Практическая работа по определению плеча силы и проверке условий равновесия рычага	Решение простейших качественных задач	
7	Решение задач на условия равновесия рычага	Решение задачи № 2 из упр. 39 учебника	Решение задачи № 1 из упр. 39 и № 606 из «Сборника вопросов и задач по физике» В. И. Золотова (М., «Просвещение», 1971)	Задачи № 3—5 из упр. 39 учебника
8	Применение рычагов в быту и технике. Проверка результатов самостоятельной работы с учебником	Решение экспериментальных и графических задач с гаечным ключом, ножницами и педалью	Чтение § 94, ответы на вопросы: «Действие каких инструментов основано на применении рычага?», «Как применяют рычаг для управления машинами?», «Почему у конторских ножниц делают длинными лезвия, а у ножниц для резания железа лезвия короткие?» Решение задачи: «Указать точки приложения и направления сил на рисунках 182 и 183 учебника»	Повторить § 94. Решить задачу № 4 из упр. 40
9	Применение условия равновесия рычага к блоку	Решение задачи № 1 из упр. 40 учебника	Решение задачи № 2 из упр. 40 учебника	Повторить § 94. Решить задачи № 3 и 4 из упр. 40. Пронаблюдать применение блоков в машинах, на стройке
10	«Золотое правило» механики	Ответы на вопросы учебника, помещенные на с. 168		Повторить § 95. Доказать, что закон равенства работ применим и к гидравлическим машинам (см. задание на с. 169 учебника)
11	К. п. д. механизма. Экспериментальная задача по определению к. п. д. системы подвижного и неподвижного блоков	Разбор примера на с. 170 учебника	Кратковременная контрольная работа	Повторить § 96. Написать сочинение на тему «Простые механизмы в машинах»
12 13	Экскурсия на строительную площадку	Выполнение заданий учителя; зарисовать один из простых механизмов; составить задачу на работу и мощность или выигрыш в силе, получаемый с помощью простого механизма	Выполнение индивидуальных заданий (подбор данных для составления задач на простые механизмы, а также на вычисление работы и мощности)	Составить и решить две задачи по данным, полученным во время экскурсии
14	Энергия. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия	Ответы на вопросы учебника, помещенные на с. 173 и 174	Решение задач: № 2 и 3 из упр. 41 учебника	Повторить § 97—98. Решить задачи № 1—3 из упр. 42 учебника
15	Переход одного вида механической энергии в другой. Гидравлические и ветряные двигатели. Строительство мощных гидростанций в СССР. Заключительная беседа по курсу	Ответы на вопросы учебника, помещенные на с. 176		

рить в связи с изучением нового, какие умения и навыки должны быть сформированы, задачи воспитательного характера); построение урока, последовательность и методы изучения нового материала, упражнения, домашнее задание, перечень оборудования и наглядных пособий, необходимых для урока.

Примерные планы и конспекты различных уроков приведены в главах 15—26.

В плане необходимо достаточно полно отразить формы и методы самостоятельной работы учащихся на уроке. Он должен легко и быстро обозреваться, а следовательно, быть тезисным, в нем четко, с применением нумерации, красной строки, подчеркивания, должна быть показана деятельность учителя и учащихся на уроке.

План урока не догма, а руководство к действию. Он не должен сковывать учителя на уроке. Вполне возможны и допустимы некоторые отступления от плана. Так, при наличии одного и того же плана уроки в параллельных классах один и тот же учитель, как правило, проводит по-разному, учитывая особенности состава учащихся класса, результаты их работы на предыдущих уроках и другие факторы. Учитывая опыт проведения первых уроков по разработанному плану, учитель в следующих параллельных классах вносит некоторые изменения в методы работы, в содержание излагаемого материала, в построение урока.

В случае существенного различия между параллельными классами следует составлять два разных плана в соответствии с особенностями этих классов или, если различие не так велико, указать в надлежащем месте плана два или несколько вариантов (по числу классов) проведения этой части урока.

Творчески работающие учителя продолжают работу над планом и после урока: вносят свои замечания о применяемых на уроке методах работы, о структуре урока, об объеме и содержании изучаемого на уроке материала. Все это позволяет учителю сэкономить много времени при подготовке к урокам по данной теме в последующие годы, дает возможность найти более совершенные формы работы. Нет необходимости ежегодно переписывать планы уроков. Достаточно вносить в них нужные дополнения и изменения, новые данные, новый цифровой материал по сообщениям в периодической печати и в научной литературе. Для такого рода дополнений и изменений многие учителя после плана каждого урока оставляют 1—2 свободные страницы.

В тех же случаях, когда требуется вносить коренные изменения в содержание урока и методы обучения, план урока должен быть основательно переработан и составлен вновь.

Начинающим учителям полезно писать конспект урока. В тех случаях, когда учитель предполагает осуществить новый подход к изучению круга вопросов, следует также писать конспект

урока. Конспект урока необходим и тогда, когда осуществляется экспериментальная проверка новой темы курса или новых методов обучения.

В конспекте необходимо подробнее раскрыть каждый раздел плана: содержание, последовательность, основные методы и приемы изучения запланированного материала, виды и формы самостоятельной работы учащихся на уроке, упражнения и вопросы для закрепления пройденного материала и проверки его усвоения, содержание домашнего задания, план классной доски (расположение рисунков, схем и поясняющих подписей к ним, основные выводы).

В конспекте должно быть указано, как и в какой части урока будут осуществлены повторение ранее пройденного материала, проверка знаний, умений и навыков учащихся.

Если предполагают материал излагать методом беседы, то в конспекте нужно четко сформулировать основные вопросы этой беседы, а также выводы, к которым она должна в конечном итоге привести учащихся.

После проведения уроков в конспект необходимо внести замечания, подобные тем, которые вносят в план урока.

2. ПОДГОТОВКА УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ К УРОКУ

Тщательная подготовка к уроку обязательна для каждого педагога. Она складывается из следующих элементов.

Прежде всего необходимо определить основную задачу урока, его целевую установку, в соответствии с этим наметить содержание (основные вопросы) урока, его структуру и методы работы. Затем следует внимательно изучить и проанализировать относящийся к теме данного урока текст учебника, по которому работают учащиеся, выяснить, соответствует ли объем и содержание текста требованиям современной программы, доступно ли изложен материал, насколько точны и ясны определения и формулировки, предлагаемые учебником.

Интересный фактический материал учитель может найти в таких пособиях, как «Элементарный учебник физики» под редакцией Г. С. Ландсберга (М., «Наука», 1971—1973); Б. М. Яворский, А. А. Пинский. Основы физики, т. I (М., «Наука», 1973); Л. Д. Ландау и А. И. Китайгородский. Физика для всех (М., Физматгиз, 1973). По отдельным, наиболее сложным вопросам следует обращаться и к вузовским курсам физики, и к научной литературе.

Необходимо тщательно продумать воспитательную сторону урока. Каждый учитель должен твердо помнить, что он является одновременно и воспитателем своих учеников. Наша советская действительность дает богатый и интересный материал для осуществления задач коммунистического воспитания молодежи.

При подборе материала к уроку необходимо широко использовать периодическую печать, привлекая новый интересный материал из отдельных статей, опубликованных в газетах и молодежных научно-популярных и технических журналах: «Знание — сила», «Техника — молодежи», «Юный техник», «Наука и жизнь». «Природа». Целесообразно систематически собирать и накапливать этот материал, классифицировать его по разделам и темам школьной программы. С этой целью удобно завести картотеку. На отдельных карточках удобно указывать название статьи, автора, издательство и помещать краткую аннотацию. Это поможет учителю в процессе подготовки к уроку быстро найти нужный материал.

После изучения материала по учебной, научной и научно-популярной литературе необходимо ознакомиться с рекомендациями по вопросам изложения темы в методических руководствах и пособиях, а также в журнале «Физика в школе».

Готовясь к уроку, учитель должен в соответствии с тематическим планом определить конкретные пути и связи данного урока с предыдущими и последующими уроками, наметить круг вопросов из ранее пройденных тем, которые необходимо повторить с целью подготовки учащихся к восприятию нового материала.

Многие уроки физики связаны с постановкой демонстрационного эксперимента (гл. 6), поэтому нужно заблаговременно подобрать оборудование, материалы, собрать установки и обязательно проверить их в действии, добиться безотказной работы всех приборов и полной удачи опытов. Следует взять за правило: ни одного опыта, предварительно не проверенного, не ставить в классе.

Если учитель предполагает на уроке провести фронтальный эксперимент или лабораторную работу, нужно тщательно подобрать раздаточный материал и приборы в таком количестве, чтобы на каждом рабочем столе было все необходимое для осуществления учащимися эксперимента или лабораторной работы.

Далее нужно подготовить наглядные пособия: картины, схемы, таблицы, коллекции, привести их в полный порядок, подобрать диапозитивы, расположить их в нужной последовательности, своевременно получить кинофильм, обязательно просмотреть его и определить фрагменты, которые нужно будет показать на данном уроке.

Учителю необходимо заблаговременно подобрать упражнения и задачи и для классной работы, и для задания на дом. Кроме необходимого минимума, нужно наметить некоторое добавочное количество задач для сильных учеников, а также на тот случай, если намеченного минимума окажется недостаточно для отчетливого усвоения программного материала. Все задачи до конца необходимо прорешать самому учителю. Только

при этом условии можно правильно определить, какие задачи следует разбирать коллективно, какие задачи нужно предложить для самостоятельной работы в классе и дома. Это позволит учителю также предупредить типичные ошибки, допускаемые учащимися в процессе упражнений. Особенно внимательно необходимо относиться к составлению задач.

Целесообразно завести специальную общую тетрадь для записей решений задач из разных источников. Это позволит экономить время на подготовку к урокам.

Кроме того, в процессе подготовки к уроку необходимо подобрать рисунки, которые будут выполнены учителем на доске, отработать их, а также продумать все пояснительные записи к ним: определения, формулировки законов и выводов; определить форму закрепления материала, пройденного на уроке.

Если урок или часть его будет посвящена самостоятельной или контрольной работе, то нужно подобрать задачи и вопросы и заготовить необходимое количество вариантов, чтобы можно было дать индивидуальные задания каждому ученику.

И наконец, следует тщательно подготовить и наметить задание на дом, которое является важным элементом урока.

После того как материал будет собран, следует привести его в систему, продумать все элементы урока, подобрать наиболее целесообразные педагогические средства, методы и формы работы с учетом специфики и содержания учебного материала, оборудования физического кабинета, жизненного опыта учащихся, их возраста и общего развития. Только при этом условии все 45 минут урока могут быть использованы рационально и продуктивно.

Продуманная подготовка к уроку — необходимое условие продуктивного использования времени, отводимого на урок, формирования у учащихся глубоких и прочных знаний по предмету, успешного решения воспитательных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Броневщук С. Г. Примерное планирование учебного материала по физике для VII класса на первое полугодие 1969/70 учебного года. — «Физика в школе», 1969, № 4.

2. Елизаров К. Н. Организация урока физики. М., Учпедгиз, 1956.

3. Рымкевич П. А. Подготовка учителя физики к уроку. М., Изд-во АПН РСФСР, 1949.

4. О тематическом планировании работы учителя. Сборник приказов и инструкций Министерства просвещения РСФСР № 37. М., Учпедгиз, 1962.

5. Примерное планирование учебного материала по физике для VII класса на второе полугодие 1969/70 учебного года. — «Физика в школе», 1969, № 6.



ПРЕПОДАВАНИЕ ФИЗИКИ В VI КЛАССЕ

ГЛАВА 15

ВВОДНЫЕ УРОКИ

1. ПЕРВЫЙ УРОК ФИЗИКИ В VI КЛАССЕ

На первом уроке учащимся рассказывают, что изучает наука физика, как она возникла и какое большое значение имеет для понимания явлений природы и трудовой деятельности человека. При изложении данного материала учителю нужно иметь в виду следующее.

Современную физику определяют как науку «о формах материи (их иногда называют «первичными», «общими»), которые входят в состав любых сложных материальных систем, о взаимодействии этих форм материи и их движениях. Современная физика исследует элементарные частицы, ядра атомные, атомы и молекулы (включая макромолекулы); макроскопические агрегаты этих частиц — твердые тела (кристаллы), жидкости, газы (в частности плазму); поля, связывающие частицы вещества — электромагнитные поля, гравитационные поля... Физика изучает различные виды движения частиц и сред (механическое движение, колебания и волны различного рода), а также происходящие в них неупорядоченные (тепловые) движения»[1].

Разумеется, дать учащимся перечисленные сведения в столь общем виде на первом уроке в VI классе невозможно. Будет достаточно, если учащиеся на конкретных примерах и выразительных опытах получат самые первоначальные представления о том, что изучает физика.

Надо, однако, иметь в виду, что на первом уроке существует опасность показа излишне большого числа эффектных опытов, которые отвлекают от основной темы и служат невыгодным контрастом для материала последующих уроков. При демонстрации опытов надо обратить внимание на то, что их главная

[1] Физический энциклопедический словарь, т. 5. М., 1966, с. 311—312.

цель — установление причинно-следственных отношений в физических явлениях.

Изложение материала можно вести примерно в следующем плане.

Учащимся сообщают, что с древних времен человек наблюдал за окружающим его миром, от которого зависела вся его жизнь, пытался понять явления природы. Солнце давало людям тепло и приносило иссушающий зной, дожди поили живительной влагой поля и вызывали наводнения, неисчислимые бедствия несли ураганы и землетрясения. Не зная причин их возникновения, люди приписывали эти действия сверхъестественным силам, но постепенно они стали понимать действительные причины природных явлений и приводить их в определенную систему. Так зародились науки о природе. Слово «физика» происходит от греческого слова «фюзис», что означает «природа». Природа — это вода, земля, леса, горы, воздух, животный и растительный мир, различные окружающие нас предметы. Познать законы природы, свойства различных веществ и поставить их на службу человеку — задача многих наук, в том числе и физики.

Можно спросить шестиклассников, какие они знают науки, изучающие природу, и какие законы природы им известны. (Учащиеся могут назвать при этом географию и известные им закономерности смены дня и ночи, времен года, круговорот воды в природе; ботанику и закономерности развития растений, астрономию и др.)

Следует показать, какими неожиданными, интересными и важными для человека свойствами обладают окружающие нас тела. Для этого можно использовать следующий пример.

Тысячи лет назад обнаружили свойство некоторых видов железной руды притягивать стальные и железные предметы. (Ученикам показывают притяжение магнитом железных опилок, гвоздей.) Свойство магнита, подвешенного на нити или помещенного на острие, показывать одним концом на север, а другим на юг было использовано для устройства компаса, который в значительной мере способствовал развитию дальнего мореплавания и великим географическим открытиям.

Однако самые интересные свойства магнита стали известны только тогда, когда его изучением по-настоящему занялись ученые-физики. Было, например, обнаружено, что магниты могут не только притягиваться, но и отталкиваться (рис. 15-1). А знаменитый английский физик Майкл Фарадей установил, что с помощью магнита можно получить электрический ток. (Здесь можно показать магнитоэлектрическую машину, обратив внимание на ее магниты, и зажечь с ее помощью электрическую лампочку.) В настоящее время все промышленное производство электроэнергии основано преимущественно на явлении, открытом Фарадеем.

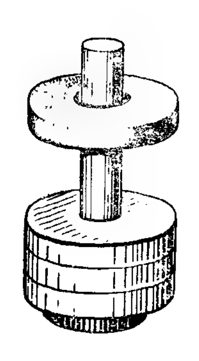


Рис. 15-1.

Далее обращают внимание учащихся на то, что нас окружает большое разнообразие предметов (стол, стул, ученическая линейка, автомобиль, космический корабль, Луна, Солнце и т. д.), сообщают, что все эти и другие предметы в физике называют физическими телами. Со всеми физическими телами происходят изменения. Например, автомобиль перемещается, вода испаряется или замерзает. Подобные изменения называют физическими явлениями. Дождь, ветер, снег, молния, гром, смена времени суток, смена времен года также примеры физических явлений.

Затем на конкретных примерах и опытах вводят понятие о механических, тепловых, электрических и оптических явлениях, которые изучают в физике.

1. Как пример простого механического явления показывают движение шарика по желобу. Обращают внимание учеников на то, что и оно таит в себе любопытные свойства: оказывается, если конец желоба изогнуть в виде кольца, то шарик сделает «мертвую петлю» (см. рис. 17-5).

2. Демонстрируют звучание камертона как пример звуковых явлений. С помощью шарика на нити показывают, что ветви камертона колеблются, хотя они изготовлены из толстых стальных стержней. Показывают, что при определенных условиях можно заставить звучать и столб воздуха (рис. 15-2). Это явление используют, в частности, в музыкальных инструментах.

3. В качестве примера тепловых явлений может быть показан эффектный опыт со спирометром, поясняющий принцип действия двигателя внутреннего сгорания (см. рис. 22-1).

4. Далее приводят примеры электрических явлений: молния, свечение электроламп и др.; отмечают, что электрические явления особенно широко изучают в современной физике и используют в технике.

5. Световые явления можно продемонстрировать, поместив перед свечой или электрической лампочкой линзу и получив на экране изображение.

В воспитательных целях важно подчеркнуть, что поиски ученых, так же как и изучение физики на уроках в школе,— это большой, напряженный труд. Десять лет напряженного труда

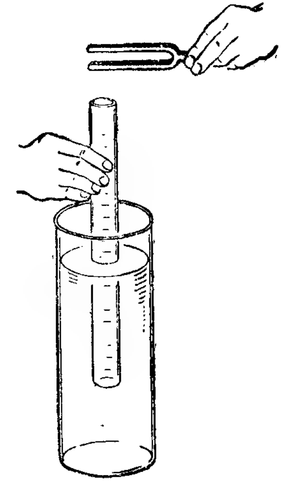


Рис. 15-2.

потребовалось Фарадею для того, чтобы получить электрический ток с помощью магнита; тысячи опытов были проведены Лодыгиным и Эдисоном, пока им удалось сделать пригодную для освещения электрическую лампочку.

На конкретных примерах показывают роль физики в жизни человека, в развитии техники. Вот некоторые из них:

1. Мы широко пользуемся электрическими приборами: утюгами, плитками, чайниками, холодильниками, пылесосами. Создание этих приборов было подготовлено изучением электрических явлений и свойств различных материалов.

2. Мы гордимся нашими реактивными самолетами, летающими быстрее звука. Создание их было бы невозможно без изучения физиками тепловых, механических, звуковых, электрических и других явлений.

3. Трудно представить нашу жизнь без радио и телевидения, изобретением которых мы также обязаны физике.

4. В современной технике широко внедряют автоматическое управление машинами и механизмами, основанное на применении многих достижений физики, математики и других наук.

В заключение следует подчеркнуть, что развитие физики осуществлялось благодаря самоотверженному труду ученых многих стран, среди которых работы отечественных физиков занимают почетное место. Необходимо кратко рассказать учащимся о выдающихся отечественных ученых: М. В. Ломоносове, А. С. Попове, Н. Е. Жуковском, К. Э. Циолковском, И. В. Курчатове, С. П. Королеве, о работах и изобретениях П. Н. Яблочкова и А. Н. Лодыгина, о бессмертном подвиге Ю. А. Гагарина.

При изложении этого материала нужно использовать на уроке учебник [16, с. 12—13], в котором приведены соответствующие краткие сведения об ученых и помещены их портреты. Желательно также показать книги, в которых описана жизнь и деятельность выдающихся отечественных ученых, с тем чтобы с первых же уроков побуждать учащихся к чтению дополнительной литературы. На уроке полезно также использовать диафильм «Что такое физика». На дом задают § 1—3 учебника.

2. ВТОРОЙ УРОК ФИЗИКИ В VI КЛАССЕ

Главная цель второго урока — дать учащимся понятие о методах изучения физических явлений.

Для изучения многих явлений в физике используют наблюдения. Например, наблюдают такие явления природы, как радуга, полярное сияние, молния, солнечное и лунное затмения.

Однако наблюдения не всегда могут удовлетворить ученых: часто они бывают кратковременными (молния), их не всегда и не везде можно наблюдать (полярное сияние, затмения). Поэтому для изучения многих явлений в физике ставят специальные опыты, проводят экспериментальные исследования. С по-

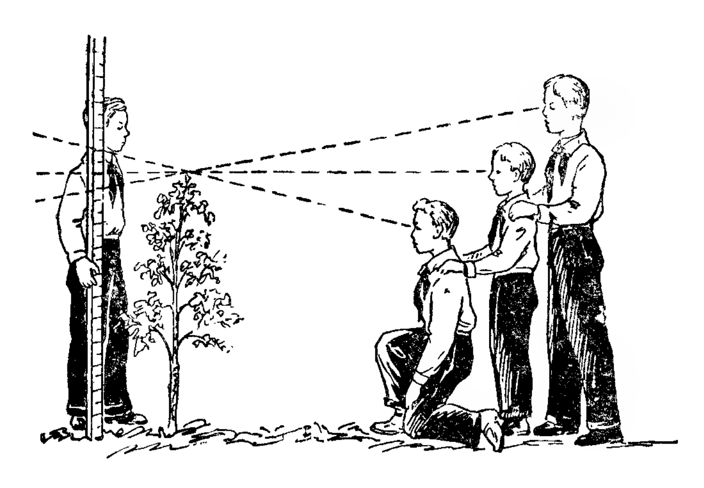


Рис. 15-3.

мощью эксперимента были изучены, например, многие свойства молнии, которую в миниатюре можно воспроизвести и в школьном физическом кабинете с помощью электрофорной машины, что и показывают учащимся. Учитель говорит, что все опыты, которые были показаны на первом уроке, также служат примерами физического эксперимента.

Физика — наука экспериментальная, а физический эксперимент почти всегда связан с измерениями, от качества которых в огромной степени и зависит его успех. Выдающийся ученый Д. И. Менделеев говорил: «Наука начинается с тех пор, как начинают измерять, точная наука немыслима без меры».

Физические тела и явления отличаются друг от друга различными признаками. Например, окружающие нас предметы различают по форме, размерам, цвету, запаху. Одни тела тяжелые, другие легкие; одни упруги (например, резиновый жгут), другие хрупки (например, стекло). Но чтобы изучить физические тела и явления, простого перечисления и описания их свойств недостаточно. Поэтому физика, изучая различные свойства тел и явлений, стремится характеризовать их и с количественной стороны.

Количественную характеристику физического тела или явления называют физической величиной. Длина, площадь, объем, время, сила — примеры различных физических величин.

Например, «длина класса»— это физическая величина. Для того чтобы измерить эту величину, ее сравнивают с однородной ей физической величиной, т. е. тоже с длиной, принятой за единицу.

Для того чтобы измерить физическую величину, нужно уметь пользоваться измерительными приборами. Большинство измерительных приборов имеют шкалы и указатели. Поэтому нужно

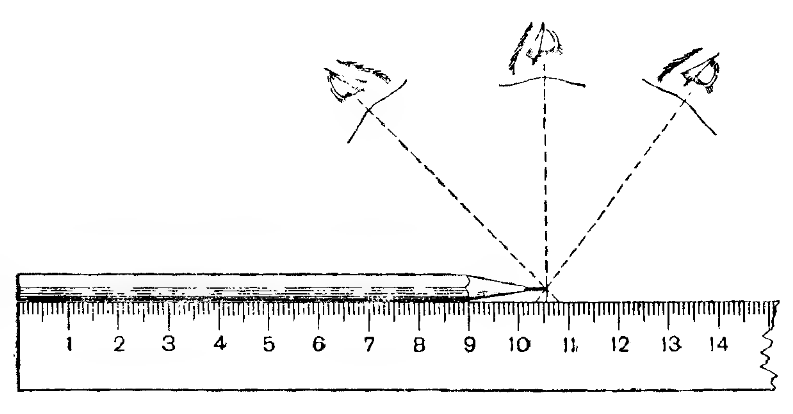


Рис. 15-4

уметь правильно определять значение делений (цену делений) шкал и отсчитывать по ним.

Учащимся показывают демонстрационный метр и циферблат часов. На конкретном примере формулируют правило: *для определения цены деления шкалы нужно от большего числа, соответствующего какому-либо делению шкалы, вычесть меньшее и разность поделить на число делений между цифрами.*

После этого поясняют, как предупредить при отсчетах ошибки на параллакс за счет более близкого расположения указателя и шкалы, а также за счет расположения указателя и шкалы перпендикулярно лучу зрения.

Для разъяснения требований о расположении глаза наблюдателя при отсчетах полезно использовать плакаты (рис. 15-3 и 15-4) и модель (рис. 15-5).

Далее можно провести коллективные упражнения в отсчетах показаний по шкале данной модели. Для этого учитель вызывает учеников, каждый из которых производит отсчет со своего места. При этом, разумеется, правильные отсчеты получат только те ученики, которые сидят прямо перед прибором.

Желательно также провести небольшую практическую работу по измерению линейкой длины карандаша (рис. 15-4), ширины и длины листа книги или тетради.

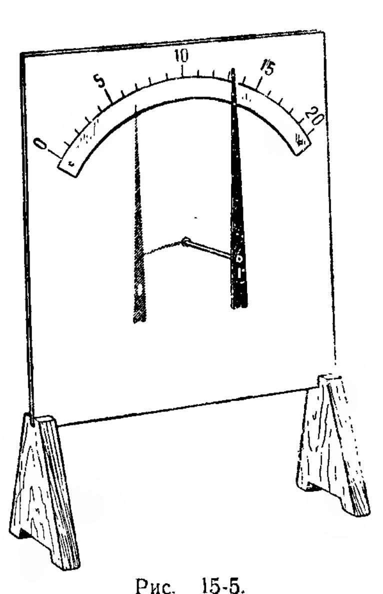


Рис. 15-5.

На дом учащимся можно дать следующие творческие задачи:

1. Измерить толщину листа бумаги учебника, толщину тонкой проволоки или нитки.

2. Придумать способ наиболее точного измерения диаметра круглой банки, бутылки.

3. Определить цену деления шкал имеющихся дома измерительных приборов: часов, термометра, пружинных весов, барометра.

При подготовке к первым урокам в VI классе обстоятельные рекомендации учитель найдет в пособии А. В. Перышкина и др. [18, с. 7—9].

ГЛАВА 16

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЕНИИ ВЕЩЕСТВА

Как показали исследования, при изучении физики целесообразно как можно более раннее изучение первоначальных сведений о молекулярном строении вещества. В этом случае знания учащихся о строении вещества будут активно использоваться, пополняться и уточняться в процессе изучения всего курса физики. При этом повышается научный уровень преподавания, становится возможным не только описание явлений, но и более глубокое их объяснение, что важно для формирования научного мировоззрения учащихся.

Ориентировочно материал темы может быть распределен по урокам следующим образом:

1-й урок. Внутреннее строение вещества. Молекулы.

2-й урок. Движение молекул. Явление диффузии.

3-й урок. Связь температуры тела со скоростью движения его молекул. (Броуновское движение.)[1]

4-й урок. Взаимодействие между молекулами.

5-й урок. Различие между агрегатными состояниями вещества с точки зрения молекулярно-кинетических представлений.

6-й урок. Основные положения молекулярно-атомной теории строения вещества. Повторение и обобщение пройденного материала.

1. ПОНЯТИЕ О МОЛЕКУЛЯРНОМ СТРОЕНИИ ВЕЩЕСТВА

При изучении материала этой темы необходимо использовать знания учащихся, полученные на уроках природоведения,

[1] Здесь и далее в скобках указаны темы, изучаемые в качестве дополнительного материала.

а также наблюдения школьников в повседневной жизни (изменение объема тел при внешних механических воздействиях и при изменении температуры, делимость вещества, распространение запаха, растворимость некоторых веществ, испарение жидкостей).

Необходимо рассказать ученикам, что развитие всей современной техники немыслимо без знания строения вещества. Так, для сооружения первого в мире советского «Лунохода-1» потребовались особо легкие и высокопрочные материалы. Чтобы успешно решить эту задачу, нужно было обладать специальными знаниями о строении вещества.

Исследование проблемы полезно начать с анализа фактов, хорошо известных шестиклассникам из повседневных наблюдений.

Ученики знают, например, что вода может существовать в трех состояниях: твердом, жидком и газообразном. Перед классом ставят вопрос: «Почему одно и то же вещество может быть в твердом, жидком и газообразном состоянии?»

В связи с этим полезно рассказать о древнегреческих ученых, которые, размышляя над подобными вопросами и наблюдая различные явления природы, около 2500 лет назад пришли к мысли, что все окружающие нас тела только кажутся нам сплошными, а на самом деле состоят из мельчайших невидимых глазу частичек, которые они называли атомами, т. е. «неделимыми».

Исходя из представления об атомном строении вещества, древнегреческие ученые объяснили многие явления, в частности такие, как испарение, распространение запаха некоторых веществ и др.

В XVIII в. большой вклад в развитие учения о строении вещества внес выдающийся русский ученый М. В. Ломоносов. В своей работе «О нечувствительных частицах тел» М. В. Ломоносов писал: «Металлы и другие тела растворяются в растворителях и разделяются на очень малые части, которые не отделимы от растворителей, но составляют с ними однородное тело. Летучие тела рассеиваются по воздуху и исчезают в нем. Горючие распадаются от действия огня в неосязаемые частицы»[1].

Указав на ряд других опытных данных, М. В. Ломоносов сделал смелый и правильный вывод: «Физические тела разделяются на мельчайшие части, в отдельности ускользающие от чувства зрения, так что тела состоят из нечувствительных физических частиц»[2].

На уроке целесообразно продемонстрировать окрашивание 2—3 л воды небольшим кристалликом марганцовокислого ка-

---

[1] Ломоносов М. В. Полн. собр. соч., т. 1. М.—Л., 1950, с. 195.
[2] Там же.

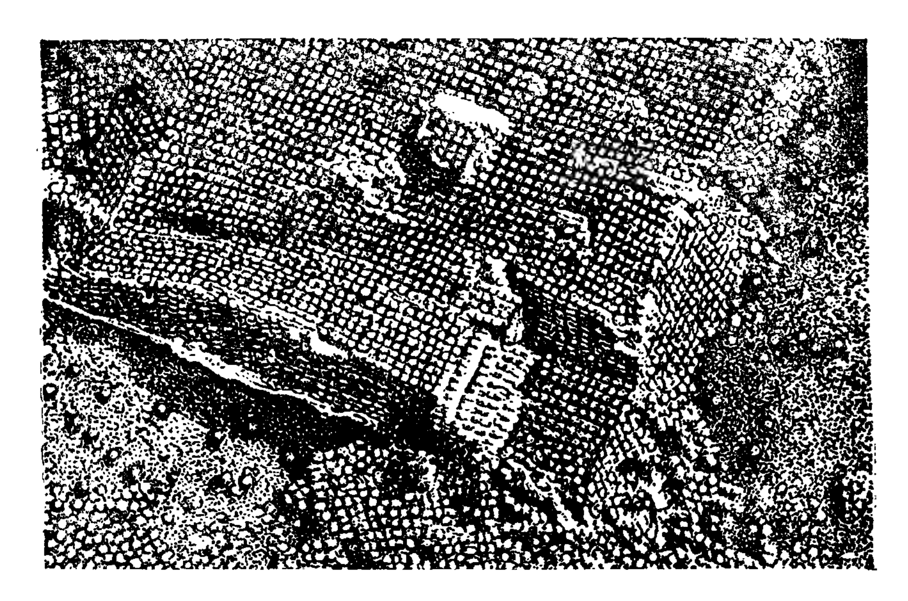


Рис. 16-1. Электронно-микроскопическая фотография кристалла омертвевшего протеинового вируса.

лия, распыление одеколона с помощью пульверизатора, растворение сахара в воде.

Важно поставить опыты по деформации тел, по изменению объема твердых, жидких и газообразных веществ при нагревании и охлаждении.

В итоге все изложенное должно подвести учащихся к первоначальным представлениям о том, что все вещества состоят из молекул.

Следует обратить внимание учеников на то, что все молекулы одного и того же вещества (воды, железа, меди) одинаковы, а молекулы разных веществ отличаются друг от друга.

В целях большей наглядности можно показать модели молекул различных веществ, изготовленных из пластилина или глины. Рассказ о молекулах и атомах следует завершить показом фотографий молекул веществ, полученных с помощью электронного микроскопа (рис. 16-1 и 16-2).

Можно также сообщить учащимся, что современная наука доказала сложность строения молекул, которые состоят из еще более мелких частиц — атомов. Однако развивать в VI классе эту мысль не представляется возможным. Поэтому далее все внимание необходимо сосредоточить на изучении молекулярного строения вещества и свойств молекул как мельчайших частичек данного вещества.

Перед классом ставят вопрос: «Если все тела состоят из отдельных частиц — молекул и атомов, то почему мы их не ви-

дим? Почему тела представляются нам сплошными?» Причина, как выясняют, в чрезвычайно малых размерах молекул. Для характеристики размеров молекул полезно привести ряд образных сравнений:

1) Если уложить в ряд сто миллионов молекул воды, то получится цепочка длиной всего около 2 см.

2) Молекула водорода во столько раз меньше яблока, во сколько раз яблоко меньше земного шара.

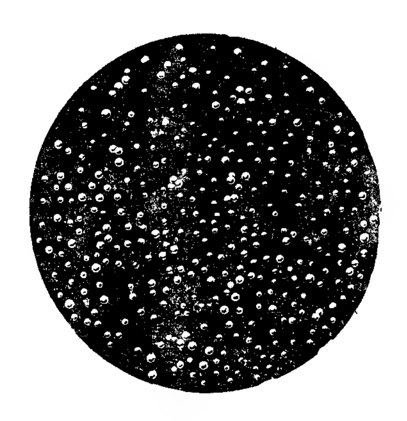


Рис. 16-2. Снимок молекул гемоцианина в электронном микроскопе

Перед учащимися ставят новый вопрос: «Как молекулы расположены в телах?» В связи с этим показывают опыт со смешением воды и спирта (рис. 16-3). В этом опыте спирт можно заменить ацетоном или насыщенным раствором сульфатаммония (удобрение). Смесь воды и спирта имеет заметно меньший объем, чем сумма объемов воды и спирта, взятых в отдельности. Это показывает, что между молекулами воды и спирта есть промежутки.

Доказательством наличия промежутков между молекулами твердых тел может служить тот факт, что под большим давлением (в несколько десятков тысяч атмосфер) масло просачивается сквозь толстостенный стальной сосуд, в который оно заключено, и мелкими капельками выступает на наружной поверхности этого сосуда без разрушения его.

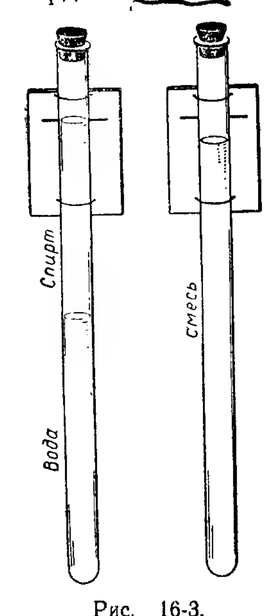


Рис. 16-3.

О наличии промежутков между молекулами газов говорит их большая сжимаемость. В газах молекулы расположены на расстояниях, значительно превосходящих их собственные размеры, а в жидкостях и твердых телах упаковка молекул и атомов «плотная», подобная, например, упаковке яблок в ящике. При этом, однако, между частицами вещества остаются промежутки.

Усвоению и закреплению материала о строении вещества могут помочь следующие задачи-вопросы:

1. Из одинаковых ли молекул состоит вода и лед, водяной пар и лед; вода и медь?

2. Проволоку растянули. Почему при этом ее объем увеличился?

Подводя итоги первого урока, делают следующие выводы. Все вещества состоят из мельчайших частиц — молекул и атомов. Размеры молекул чрезвычайно малы. Между молекулами и атомами имеются промежутки. Молекулы одного и того же вещества одинаковы. Молекулы различных веществ отличаются друг от друга.

2. ДВИЖЕНИЕ МОЛЕКУЛ

К представлению о движении молекул учащихся подводят, рассматривая хорошо известные из жизни факты: распространение запаха пахучих веществ, свойство газа занимать весь предоставленный ему объем, испарение жидкостей.

Экспериментальным обоснованием движения молекул служит диффузия. Нагляден общеизвестный опыт с диффузией раствора медного купороса и воды. Этот эксперимент можно поставить и с водой, подкрашенной красными чернилами. В таком варианте его легко поставят учащиеся дома.

Эффектен и нагляден опыт по диффузии аммиака. Для проведения опыта в 50 см^3 воды растворяют фенолфталеин (можно взять 4—5 таблеток пургена). В этом растворе, предварительно взболтав его, смачивают полоску белой фильтровальной бумаги. Бумагу приклеивают на внутреннюю стенку стеклянного сосуда. Затем смачивают кусочек ваты нашатырным спиртом и, подвесив его к крышке, помещают внутри сосуда (рис. 16-4). Полоска бумаги при диффузии аммиака постепенно, начиная сверху, окрашивается в розовато-малиновый цвет, хотя аммиак легче воздуха.

Можно показать учащимся опыт с диффузией паров эфира. На весах уравновешивают химический стакан емкостью 0,5—1,0 л и затем наполняют его тяжелыми парами эфира. Равновесие весов сначала нарушается, но потом в результате диффузии паров эфира в окружающее пространство восстанавливается (пары эфира хорошо видны в теневой проекции; см. рис. 6-5, *б*).

Анализируя опыты, приходят к выводу о том, что все рассмотренные явления объясняются проникновением молекул одного вещества между молекулами другого.

Диффузия твердых тел может быть показана следующим образом. На стеклянную пластинку помещают небольшой кристаллик йода и заливают его расплавленным парафином, который быстро затвердевает. Через несколько дней можно увидеть, что парафин около кристаллика йода окрасился в коричневый цвет.

Такие опыты нужно проделать дважды. Один из них надо поставить за неделю до урока и результаты показать классу,

спроецировав пластинки на экран с помощью эпидиаскопа. Полезно порекомендовать учащимся проделать аналогичный опыт дома с кристалликом марганцовокислого калия.

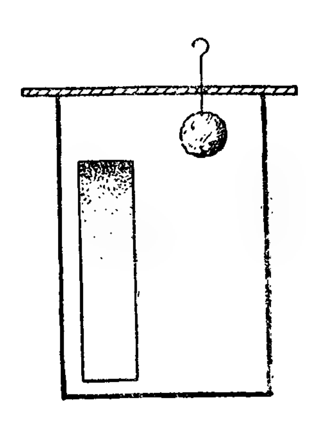


Рис. 16-4.

Необходимо рассказать школьникам о значении диффузии в природе и производственной практике:

вследствие диффузии газа состав воздуха у поверхности Земли однороден;

диффузия имеет существенное значение в питании растений и других организмов;

явление диффузии используют на сахарных заводах при извлечении сахара из свеклы;

для придания железным и стальным деталям значительной твердости их поверхностный слой подвергают диффузному насыщению углеродом (цементация).

Обобщая рассмотренный материал, делают вывод: *явление диффузии в газах, жидкостях и твердых телах указывает на то, что молекулы и атомы любого вещества находятся в состоянии непрерывного движения.*

Необходимо сообщить учащимся, что молекулы движутся с разными скоростями. Так, например, при комнатной температуре средняя скорость молекул водорода около 2000 м/с, а скорость более тяжелых молекул — кислорода — в четыре раза меньше.

Если скорости движения газовых молекул так велики, то возникает вопрос, почему же процесс диффузии газов протекает медленно. Следует разъяснить учащимся, что молекулы соударяются друг с другом, вследствие чего в определенном направлении они продвигаются на незначительные расстояния.

3. БРОУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

Для возбуждения интереса учащихся можно рассказать некоторые подробности открытия броуновского движения. Английский ботаник Роберт Броун в 1827 г., наблюдая под микроскопом пыльцу растений, помещенную в воду, заметил ее беспрерывное хаотическое движение. Решив, что пыльца движется потому, что она «живая», он попробовал наблюдать за частицами, полученными из высохшего растертого листа. Частицы двигались по-прежнему.

После этого желательно продемонстрировать учащимся само броуновское движение с помощью установки, показанной на рисунке 16-5.

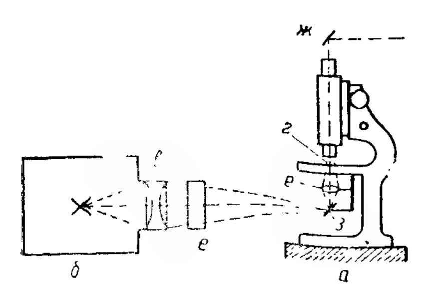


Рис. 16-5.

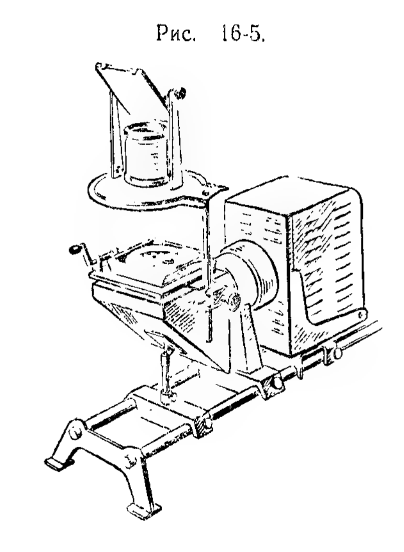


Рис 16-6.

Микроскоп *а*, дающий увеличение в 400—600 раз, располагают на таком расстоянии от фонаря *б*, чтобы лучи от конденсора сходились на зеркале *з* и ярко освещали препарат *г*. Для получения изображения на вертикальном экране применяют наклонное зеркало или призму полного внутреннего отражения *ж*.

Плоскопараллельный сосуд *е* с водой предохраняет препарат от излишнего нагревания инфракрасными лучами. В качестве препарата берут раствор акварельной краски или молоко, в котором хорошо заметно перемещение круглых жировых шариков.

Если по каким-либо причинам нет возможности продемонстрировать броуновское движение, то следует организовать наблюдение его непосредственно через микроскоп, подготовив для этой цели один микроскоп на 2—3 учащихся.

Для пояснения сущности наблюдаемого явления используют также прибор «Модель броуновского движения» (рис. 16-6), в котором шарики имитируют молекулы, а пластинка или шайба — частицу вещества.

Можно также показать кинокольцовку «Броуновское движение». Говоря о движении молекул и атомов, необходимо разъяснить школьникам, что это движение никогда не прекращается. Движение — неотъемлемое свойство мельчайших частиц вещества.

В заключение полезно провести самостоятельную работу учащихся: предложить ответить на вопросы и решить качественные задачи [2, работа 1; 13, № 91—94].

4. СВЯЗЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА СО СКОРОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ МОЛЕКУЛ

На предыдущем уроке в связи с изучением явления диффузии полезно дать всему классу задание на дом: пронаблюдать за диффузией марганцовокислого калия в воде при разной тем-

пературе окружающей среды. Опыт можно поставить следующим образом.

Два стакана наполняют водой. Один из них ставят в комнате на полку или в шкаф, а другой — в холодильник или какое-нибудь другое прохладное место. Через час на дно стаканов осторожно опускают по маленькому кристаллику марганцовокислого калия. Записывают дату начала опыта. Затем ежедневно утром и вечером отмечают, на сколько миллиметров увеличился слой окрашенной воды в обоих стаканах.

На уроке надо заслушать отчеты учащихся о проведенных наблюдениях. Анализируя опыты с диффузией, учащихся подводят к выводу о существовании связи между температурой тел и скоростью движения молекул и атомов, из которых они состоят. Чем выше температура тела, тем быстрее происходит диффузия. Аналогичные опыты, например, с растворением подкрашенных чернилами кусочков сахара в стаканах горячей и холодной воды можно показать в классе.

В заключение следует решить несколько задач-вопросов:

1. **Почему огурцы быстрее просаливаются в горячем рассоле, чем в холодном?**

2. **Почему в горячей воде соль и сахар растворяются скорее, чем в холодной?**

5. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОЛЕКУЛ

Изучение взаимодействия молекул можно начать с постановки вопроса: «Если все тела имеют «зернистую» структуру, состоят из отдельных молекул и атомов, разделенных промежутками и находящихся в непрерывном движении, то почему они сами по себе не рассыпаются на части?»

Для ответа на этот вопрос ставят известный опыт со свинцовыми цилиндрами (рис. 16-7). Чтобы опыт удался, нужно с помощью бархатного напильника хорошо зачистить и сделать плоскими соприкасающиеся поверхности цилиндров. Затем, плотно прижав цилиндры друг к другу, надо сдвинуть их вдоль бороздок, оставленных напильником.

Для обнаружения притяжения между молекулами жидкости можно поставить следующие опыты.

К одной из чашек рычажных весов на нитях подвешивают чистую стеклянную пластинку так, чтобы она располагалась горизонтально. Уравновешивают пластинку. Подносят снизу стеклянный сосуд с водой до соприкосновения пластинки с поверхностью воды. Потом сосуд медленно опускают. Весы выходят из равновесия (рис. 16-8). Кладут на вторую чашку весов несколько гирь до тех пор, пока пластинка не оторвется от поверхности воды. Сняв пластинку с весов, показывают учащимся, что нижняя поверхность смочена водой. Делают вывод: при

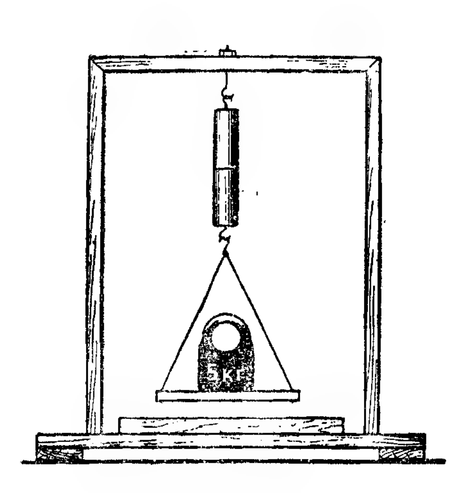


Рис. 16-7.

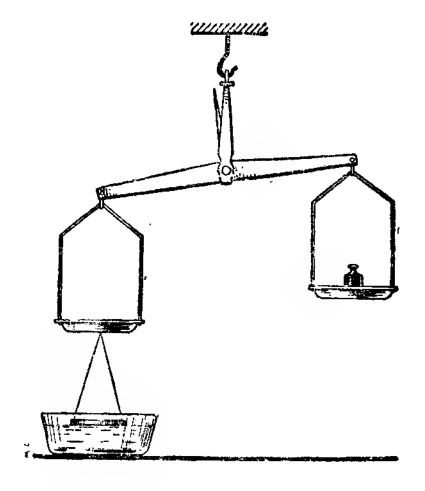


Рис. 16-8.

отрывании пластинки преодолевали взаимное притяжение между молекулами воды и стекла.

С помощью проекционного фонаря показывают образование капли, вытекающей из пипетки. Опыт протекает эффектнее, если капля будет образовываться и падать не в воздухе, а в жидкости несколько меньшей плотности, чем вода, например в касторовом масле. Здесь отрыв и падение капли протекает настолько медленно, что можно хорошо пронаблюдать весь процесс.

На основании анализа опытов приходят к выводу: в жидкостях и твердых телах между молекулами существует взаимное притяжение. Ссылаясь на опыты с притяжением свинцовых цилиндров и стеклянных пластинок, разъясняют, что притяжение между молекулами проявляется только на очень незначительных расстояниях, порядка 10^{-8} см.

Склеивание различных деталей, окрашивание предметов, явление смачивания, спайка и сварка металлов объясняются взаимным притяжением молекул.

Далее желательно показать учащимся, что молекулы не только взаимно притягиваются, но и отталкиваются.

К выводу об отталкивании молекул учащиеся могут прийти, пытаясь сжать воду в цилиндре Герике. Силы отталкивания столь велики, что при небольших давлениях уменьшением объема воды можно пренебречь. Но при значительных давлениях сжимаемость воды становится уже заметной. Например, на глубине 8 км в океане плотность воды увеличивается примерно на 4%.

Дальнейшая задача учителя заключается в том, чтобы разъяснить учащимся, что силы притяжения и отталкивания между

молекулами действуют одновременно, но при сближении молекул усиливается действие сил отталкивания, а при их удалении — сил притяжения (гл. 17, *19*).

Для закрепления материала можно предложить учащимся следующие вопросы:

1. Почему капли дождя висят на ветках деревьев и некоторое время не падают вниз?

2. Чтобы разорвать кусок проволоки, надо приложить большое усилие. Почему?

3. Почему, приложив один к другому разорванные куски провода, мы не восстановим его?

6. РАЗЛИЧИЕ МЕЖДУ АГРЕГАТНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ ВЕЩЕСТВА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

В начале урока, посвященного изучению данной темы, следует показать, что многие физические свойства веществ зависят от их внутреннего строения. При рассмотрении этого вопроса необходимо обратить внимание учащихся на различие в строении и характере движения молекул в разных состояниях вещества.

В газах молекулы находятся на сравнительно больших расстояниях друг от друга, и поэтому взаимодействие между ними при обычных условиях очень мало. Вследствие этого движение молекул беспорядочное и хаотическое. Молекулы газа, сталкиваясь при своем движении, перемещаются по сложным траекториям во всем объеме, предоставленном газу.

Для более наглядного представления молекулярного движения в газах можно воспользоваться моделью для демонстрации броуновского движения, убрав из нее пробку и показав движение шарика с помощью горизонтальной проекции (см. рис. 16-6).

Для иллюстрации картины газового состояния на доске полезно сделать схематический рисунок, поясняющий движение молекул по сложным траекториям —«ломаным линиям».

Желательно также показать кинокольцовку «Молекулярное движение в газах».

Далее рассказывают учащимся, что строение жидкости существенно отличается от строения газов. В жидкостях молекулы расположены также беспорядочно, но значительно плотнее и поэтому взаимодействуют друг с другом сильнее, чем в газах. Каждая молекула, находясь в окружении соседних молекул, как бы «топчется» на одном месте и медленно перемещается внутри жидкости.

В твердых телах частицы расположены в строго определенном порядке, который и обусловливает внутреннюю структуру каждого твердого тела. Такое расположение частиц как бы

образует в них пространственную решетку и обеспечивает сохранение объема и формы тела. Частицы твердого тела совершают колебания около положения равновесия, которое остается неизменным длительное время. Однако незначительное число частиц в твердых телах все же смещается относительно друг друга (этим объясняется диффузия в твердых телах). Для большей наглядности полезно на доске начертить схему движения частиц в твердом теле. С учащимися необходимо рассмотреть имеющиеся в учебнике изображения кристаллов и рисунки, показывающие расположение молекул льда, воды и водяного пара [16, рис. 25 и рисунки цветной вклейки I].

В заключение следует продемонстрировать кинокольцовку «Тепловое движение частиц в твердых телах, жидкостях и газах».

Полученные знания закрепляют решением качественных задач следующего типа [13, № 77—120; 597—622; 2, работы 2 и 3]:

1. Чем можно объяснить, что газы сжимаются больше, чем жидкости?

2. Можно ли сказать, что объем газа в сосуде равен сумме объемов отдельных молекул газа? Почему?

3. Почему нельзя утверждать, что объем жидкости в сосуде равен сумме объемов отдельных молекул этой жидкости?

4. Каковы особенности движения молекул нафталина в твердом, жидком и газообразном состоянии?

Заканчивая изучение темы, необходимо систематизировать и обобщить полученные учащимися знания об атомно-молекулярном строении вещества. При этом прежде всего необходимо выделить следующие положения.

Все тела состоят из мельчайших частиц — молекул и атомов. Молекулы одного и того же вещества одинаковы. Размеры молекул очень малы. Крупные молекулы можно увидеть только с помощью микроскопов, дающих увеличение в сотни тысяч раз. Молекулы находятся в непрерывном беспорядочном движении. Между ними имеются промежутки. Между молекулами действуют силы отталкивания и притяжения. При повышении температуры скорость движения молекул возрастает.

Для расширения и углубления знаний учащихся по рассмотренным выше вопросам следует также использовать творческие задания и экспериментальные задачи [14, № 8—11], а также внеклассную работу — проведение физических вечеров, выпуск тематических стенных газет, изготовление наглядных пособий.

В ряде школ успешно проходят вечера с постановкой на них следующих докладов:

Представление древних о строении вещества.

М. В. Ломоносов о строении вещества.

Современные представления о строении вещества.

Молекулы-карлики и молекулы-гиганты.

Искусственные материалы.

Творческие задания и экспериментальные задачи: [14, 8—11; 1, § 1].

ГЛАВА 17

ДВИЖЕНИЕ И СИЛЫ

В VI классе, как уже отмечалось (гл. 1, *3*), в основном изучают элементы механики в сочетании со сведениями о молекулярном строении тел. В соответствии с этим тема «Движение и силы» является «комплексной». В ней дают сведения по кинематике и динамике, рассматривают взаимодействие тел, вводят фундаментальные понятия о массе и силах (тяжести, упругости, трения и взаимодействия молекул).

Главная трудность изучения данного материала заключается в том, что лежащие в его основе законы движения Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука и др. в явном виде из-за недостаточной подготовки учащихся не рассматривают.

Задача учителя состоит в том, чтобы доходчиво дать качественное и вместе с тем научно правильное описание изучаемых явлений, сформировать первоначальное понятие о многих физических величинах. В этих целях максимально используют эксперимент, различные виды наглядных пособий (в том числе и специальные серии диапозитивов «Движение и силы») и жизненный опыт учащихся. Важно также применение полученных знаний при изучении последующих тем с целью закрепления и углубления первоначальных понятий, большинство которых будет уточняться и углубляться на протяжении всех пяти лет изучения физики в средней школе.

В VI классе по данной теме главное внимание следует уделить не столько строгим формулировкам и логическим умозаключениям, сколько созданию наглядных образов и представлений. При этом часть наиболее сложного материала дают в ознакомительном плане.

Примерное распределение материала по урокам может быть следующим:

1-й урок. Понятие о механическом движении. Время и его измерение.

2-й урок. Равномерное и неравномерное движение. Скорость равномерного движения. Единицы скорости.

3—4-й уроки. Средняя скорость неравномерного движения. Решение задач на расчет скорости, пути и времени движения.

5-й урок. Взаимодействие тел. Понятие о массе. Единицы массы. Масса молекул.

6—7-й уроки. Определение массы тела при помощи весов. Правила взвешивания. Лабораторная работа «Измерение массы тела на рычажных весах».

8—9-й уроки. Плотность вещества. Лабораторная работа «Определение плотности твердого тела».

10-й урок. Выражение плотности вещества через массу молекулы и число молекул в единице объема.

11-й урок. Расчет массы и объема тела по плотности вещества. Решение задач.

12-й урок. Инерция.

13-й урок. Сила. Тяготение. Сила тяжести.

14-й урок. Сила упругости. Вес тела. (Невесомость.)

15—16-й уроки. Единицы силы. (Сила тяжести на других планетах.) Лабораторная работа «Градуирование пружины и измерение сил динамометром».

17-й урок. Сила — вектор. Сложение сил.

18-й урок. Сила трения.

19-й урок. Силы взаимодействия молекул. (Смачивание. Капиллярность.)

20—21-й уроки. Давление. Давление газа. Давление в природе и технике. Решение задач.

22—23-й уроки. Контрольная работа по теме «Движение и силы». Разбор контрольной работы, повторение и обобщение пройденного материала.

1. ПОНЯТИЕ О МЕХАНИЧЕСКОМ ДВИЖЕНИИ

Приступая к изучению данной темы, учащиеся уже имеют представление о механическом движении, почерпнутое из жизненного опыта. Из курса математики им известны и некоторые величины, характеризующие это движение: путь, время, скорость. Поэтому существует опасность «математизации» материала. Эта опасность усугубляется тем, что некоторые учителя ошибочно считают, будто жизненный опыт учащихся и кажущаяся простота явлений делают ненужным физический эксперимент. В таком случае изучение материала сведется преимущественно к решению задач на вычисление пути, времени или скорости, что в значительной мере уже знакомо учащимся по урокам математики. На самом же деле тема содержит большой значимости физический материал и ряд новых понятий, на которые и нужно прежде всего обратить внимание. Такими понятиями являются относительность механического движения, траектория, равномерное и неравномерное движение, скорость равномерного движения.

В предыдущей теме, знакомясь с основами строения вещества, учащиеся получают начальные представления о хаотическом движении атомов и молекул. Они узнают о том, что

многие свойства веществ определяются характером этого движения. Таким образом, в известной мере ученики уже подготовлены к пониманию важности изучения движения тел.

Эту мысль следует подкрепить и развить далее, показав практическую значимость изучения движения тел: воды в реке; наземного, воздушного и морского транспорта: ракет, искусственных спутников; Луны и планет. Учащимся говорят, что во всех перечисленных выше случаях тела совершают движение, которое называют механическим.

Для того чтобы выделить характерные признаки механического движения, следует показать и проанализировать несколько простых опытов.

По столу пускают детский заводной автомобиль (или другую механическую игрушку). За ним устанавливают деревянные бруски, выполняющие роль указателей.

С помощью нити, переброшенной через блок, укрепленный на штативе или на классной доске, поднимают груз и т. п.

О движении тел (автомобиля, груза) судят по тому, что они перемещаются относительно других тел (стола, брусков, штатива, классной доски и т. д.), т. е. удаляются от них или приближаются к ним. Возможны и другие варианты постановки аналогичных опытов [3, опыт 11].

С целью закрепления материала можно решить задачи, например:

1. Укажите, относительно каких тел перечисленные ниже тела находятся в покое и относительно каких — в движении: пассажир в движущемся грузовике, легковой автомобиль, едущий за грузовиком на одном и том же расстоянии, груз в прицепе (рис. 17-1).

2. Относительно каких тел покоится и относительно каких тел движется человек, стоящий на тротуаре?

Обычно ученики указывают, что человек находится в покое относительно тротуара и движется относительно едущего по улице транспорта и идущих людей. Замечание учителя, что

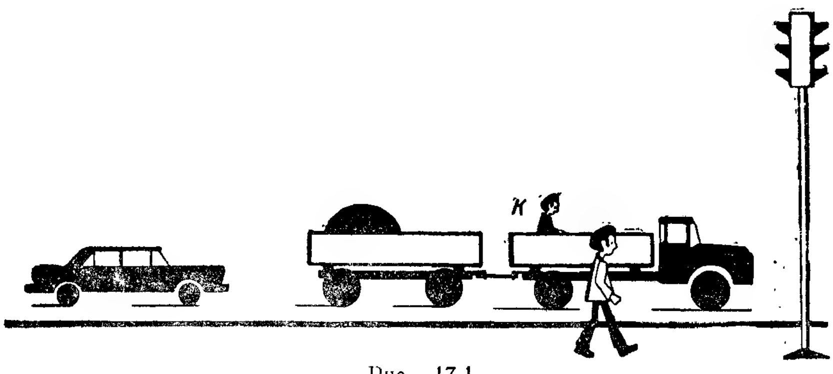


Рис. 17-1.

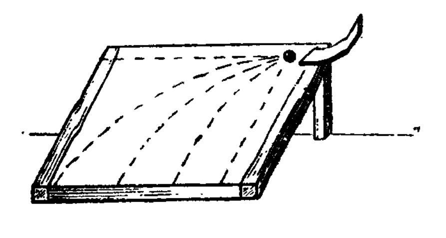


Рис. 17-2.

человек, как и Земля, движется со скоростью 30 км/с относительно Солнца, всегда производит большое впечатление на учеников.

Далее вводят понятие траектории и в зависимости от ее формы выделяют два вида движения: прямолинейное и криволинейное. Внимание учащихся обращают прежде всего на движение таких тел, траектории которых бывают хорошо видимыми: след куска мела на классной доске, след лыжника на снегу, след реактивного самолета.

Криволинейное движение показывают на примере истечения воды из трубки или движения шарика, смоченного чернилами и брошенного под некоторым углом к горизонту по наклонно поставленной доске, покрытой белой бумагой (рис. 17-2) [5, § 33].

Для закрепления решают задачу:

Укажите, прямолинейно или криволинейно относительно Земли движутся следующие тела: человек на эскалаторе метро; лыжник, прыгающий с трамплина; гиря часов; игла швейной машины; стрелка часов.

Наконец, на данном уроке вводят понятие о пути как физической величине, измеряемой длиной траектории, по которой движется тело в течение некоторого промежутка времени. В связи с этим вначале нужно обязательно повторить известные из курса математики единицы длины, напомнив учащимся, что основная единица длины — метр [1], наиболее распространенная кратная единица — километр, а дольные — дециметр, сантиметр, миллиметр и микрометр. Для проверки и уточнения представлений о единицах длины полезно провести примерную оценку на глаз линейных размеров различных тел и отрезков, проведенных учителем мелом на доске. Такие упражнения ученики всегда выполняют с большой охотой.

Понятие «перемещение» в VI классе не вводят. Будет достаточно, если учащиеся усвоят, что́ такое путь, и научатся измерять его. Для этого можно, например, провести упражнения по измерению пути, «пройденного» куском мела на доске или острием карандаша на бумаге при различной форме траектории.

В случае криволинейной траектории по ее форме изгибают проволоку, а затем, распрямив, измеряют линейкой путь. Полезно также показать учащимся курвиметр и приемы прибли-

[1] По ГОСТу метр — длина, равная 1650763,73 длин волн в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями $2p_{10}$ и $5d_5$ атома криптона-86.

женного измерения криволинейного пути с помощью циркуля и линейки.

Этим способом с учетом масштаба ученики дома могут измерить по карте длину рек, побережий морей, административных границ.

2. ВРЕМЯ И ЕГО ИЗМЕРЕНИЕ

Время и пространство — основные формы существования материи. «В мире нет ничего, кроме движущейся материи, и движущаяся материя не может двигаться иначе, как в пространстве и во времени»[1]. Развитие научных представлений о пространстве и времени происходит на протяжении всего курса физики и имеет огромное значение для формирования диалектико-материалистического мировоззрения учащихся.

Велико и практическое значение понятия времени. Умение измерять его нужно каждому специалисту, в какой бы отрасли народного хозяйства он ни работал.

С единицами времени учащиеся знакомы; здесь следует лишь повторить их. Основная единица времени — секунда. Она составляет $\frac{1}{60}$ мин, или $\frac{1}{3600}$ ч, или $\frac{1}{86400}$ часть средних солнечных суток.

Следует иметь в виду, что скорость вращения Земли вокруг своей оси не является строго постоянной величиной, она подвержена нерегулярным изменениям. Так, с 1872 по 1903 г. средняя продолжительность суток увеличилась на 0,007 с, а с 1903 по 1934 г. она уменьшилась на 0,005 с, после чего опять возрастает. Более постоянной является скорость движения Земли вокруг Солнца, но и она подвержена изменениям, поэтому ученые нашли более точный способ установления единицы времени — секунды,— о котором учащиеся узнают при изучении физики в X классе[2].

После повторения единиц времени рассматривают вопрос о практическом измерении этой величины. На опыте показывают, что одинаковые промежутки времени можно отсчитывать с помощью маятника. При этом, чем больше его длина, тем медленнее колебания. Это свойство маятника используют в часах. Для создания представления о длительности времени в 1 с используют метроном или модель маятника в часах. Отсчет промежутков времени ведут на слух.

Полезно также показать песочные минутные часы. Перевертывая по определенному сигналу часы, уточняют представление учащихся о длительности времени в 1 минуту.

---

[1] Ленин В. И. Полн. собр. соч., изд. 5-е, т. 18, с. 181.

[2] По ГОСТу секунда — продолжительность в 9 192 631 770 периодов излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133.

Одновременно можно пустить метроном или маятник часов, с тем чтобы учащиеся также вели подсчет секунд.

Представляют интерес вопросы, связанные с организацией службы точного времени. Удовлетворить этот интерес может занятие кружка или физический вечер на тему «Время и его измерение». Его можно провести, например, по такому плану:

1. Для чего нужно измерять время? «Цена» одной минуты (рассказ об экономии времени).

2. Как измеряли время в древности? (солнечные, водяные, песочные часы).

3. Первые маятниковые часы (Галилей, Гюйгенс). Часы Кулибина.

4. Как измеряют время в наши дни?

5. Хранение точного времени.

6. Передача точного времени.

Интересный материал по теме учитель найдет в книге Ф. С. Завельского «Время и его измерение. От биллионных долей секунды до миллионов лет» (М., «Наука», 1972).

3. РАВНОМЕРНОЕ И НЕРАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

При формировании понятия о равномерном движении его определяют как движение, при котором тело за любые одинаковые промежутки времени проходит одинаковые пути. Смысл данного определения поясняют с помощью следующих демонстраций.

Стеклянную трубку диаметром около 1 см и длиной 1 м с обоих концов закрывают пробками и заполняют подкрашенной водой так, чтобы в ней остался пузырек воздуха (рис.17-3, *Б*). На трубку на одинаковых расстояниях друг от друга надевают резиновые кольца или накладывают узкие полоски бумаги. Время отсчитывают с помощью метронома, причем период колебаний маятника подбирают так, чтобы пузырек воздуха, всплывая вверх, проходил расстояние от одного деления до другого за целое число колебаний.

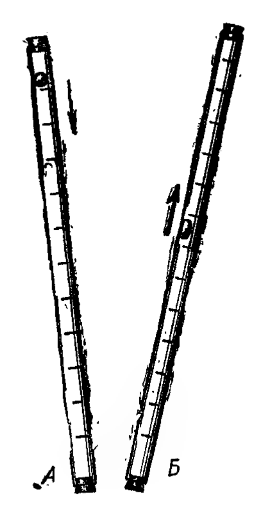


Рис. 17-3.

Вариантом опыта может служить падение шарика, например от подшипника, в трубке с водой (рис. 17-3, *А*).

Представление о неравномерном движении создают, демонстрируя, например, движение шарика по наклонным желобам или движение детской игрушки. В этом опыте, используя метроном, полезно мелом от руки нанести метки на

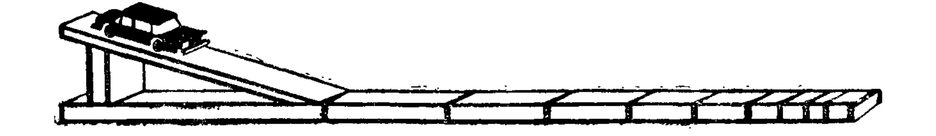


Рис. 17-4.

бортике стола. Они наглядно покажут замедленное движение игрушки (рис. 17-4).

Было бы полезно также «записать» движение, например, с помощью капельницы. Тогда одинаковые расстояния между каплями на бумаге будут говорить о равномерном, а неодинаковые — о неравномерном движении [16, рис. 30 и 31].

Следует также показать равномерное вращение шарика на нити и его неравномерное криволинейное движение в «мертвой петле» (рис. 17-5).

Анализируя опыты, отмечают, что движение является равномерным лишь в том случае, если тело проходит равные пути в равные промежутки времени. При неравномерном же движении тело за одинаковые промежутки времени проходит неодинаковые пути.

Для закрепления полученных понятий можно решить следующую задачу:

Какие из указанных движений и почему являются равномерными и какие неравномерными: движение эскалатора метро; движение пули в стволе винтовки и полет ее в воздухе; падение парашютиста с раскрытым парашютом.

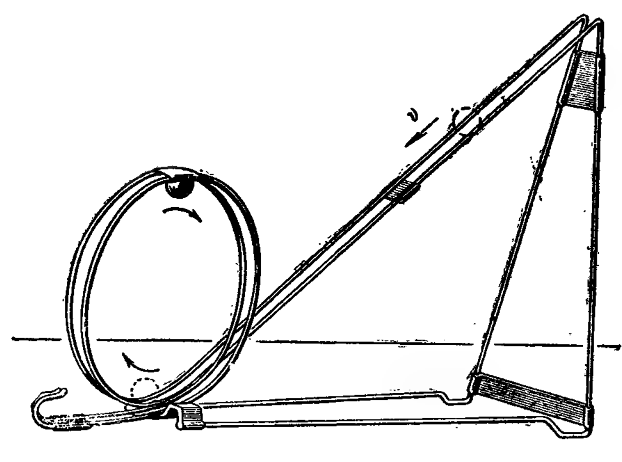


Рис. 17-5.

Полезно также использовать рисунок-задачу, который приведен на 6-м кадре серии диапозитивов «Движение и силы». По рисунку нужно определить, на каких участках движение велосипедиста равномерное и на каких неравномерное.

4. СКОРОСТЬ РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ

Возвращаясь к описанным выше опытам, обращают внимание учащихся на то, что различные тела, двигаясь равномерно, могут за одинаковые промежутки времени проходить различные пути. Иначе говоря, движения тел отличаются друг от друга особым качеством, которое называют скоростью. Далее дают определение скорости равномерного движения как физической величины, которая показывает, какой путь проходит движущееся тело в единицу времени. (Понятие о скорости как векторной величине в VI классе не дается.) Определение скорости поясняют на опытах с капельницей [16, с. 36—37]. Для этого следует измерить расстояние между каплями, пройденное капельницей за 1 с, и записать значение скорости на доске. Например: 20 см/с, 30 см/с [см. также 3, опыт 14].

Полезно задать учащимся следующие вопросы: «Что означает запись: скорость эскалатора 0,8 м/с? Скорость света 300 000 км/с? Скорость звука 20 км/мин?»

Из рассмотренных примеров видно, что единица скорости зависит от выбора единиц пути и времени. Напомнив учащимся, что основная единица длины — метр, а времени — секунда, устанавливают основную единицу скорости — 1 м/с. На практике используют и другие единицы скорости. Например, на транспорте скорость выражают в км/ч, в космонавтике — в км/с.

После этого можно решить экспериментальную задачу по определению скорости, например, шарика в трубке с водой (рис. 17-3, *А*).

На доске делают следующую запись:

Задача	Решение
Путь = 120 см Время = 4 с	скорость = $\frac{\text{путь}}{\text{время}}$,
Скорость — ?	или, введя буквенные обозначения, $v=\frac{s}{t}$; $v=\frac{120\text{ см}}{4\text{ с}}=30\frac{\text{см}}{\text{с}}$.

Для закрепления определения скорости и ее формулы устно решают несколько несложных задач, например:

«Какова скорость ленты транспортера, если за 5 с она переместилась на 10 м?»

«С какой скоростью двигалась льдина, если за 2 мин она проплыла по реке 120 м?»

5. СРЕДНЯЯ СКОРОСТЬ НЕРАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ

Проводят анализ движения автомобиля, трамвая или другого вида транспорта на различных участках пути. Например, поезд, отходя от станции, движется сначала медленно, затем «набирает скорость», движется быстрее. Подходя к другой станции, он тормозит и, наконец, останавливается. Скорость его на различных участках пути оказывается неодинаковой.

Учащимся говорят, что в подобных случаях часто пользуются понятием средней скорости. Допустим, за 3 ч поезд прошел от станции до места назначения 180 км. В этом случае можно говорить о средней скорости. Средняя скорость$=\frac{\text{путь}}{\text{время}}$, или $v_{ср}=\frac{180\text{ км}}{3\text{ ч}}=60$ км/ч.

Полезно также решить экспериментальную задачу по данным опыта, показанного на рисунке 17-5.

Формируя понятие средней скорости, следует предупредить учащихся от неправильного нахождения средней скорости как среднего арифметического скоростей на различных участках пути. Для примера можно решить следующую задачу:

В течение минуты автомобиль двигался со скоростью 60 км/ч, а затем 4 мин со скоростью 30 км/ч. Найти среднюю скорость автомобиля.

Решение

$$v_{ср}=\frac{s}{t};$$

$$s=s_1+s_2; \quad t=t_1+t_2=1\text{ мин}+4\text{ мин}=5\text{ мин};$$

$$s_1=v_{1\,ср}t_1=60\,\frac{\text{км}}{\text{ч}}\cdot\frac{1}{60}\text{ ч}=1\text{ км}; \quad s_2=v_{2\,ср}t_2=30\,\frac{\text{км}}{\text{ч}}\cdot\frac{4}{60}\text{ ч}=2\text{ км};$$

$$s=1\text{ км}+2\text{ км}=3\text{ км}; \qquad v_{ср}=\frac{3\text{ км}}{\frac{5}{60}\text{ ч}}=36\,\frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Средняя же арифметическая величина скорости равна

$$\frac{60\,\frac{\text{км}}{\text{ч}}+30\,\frac{\text{км}}{\text{ч}}}{2}=45\,\frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Для закрепления материала и ознакомления учащихся с измерением скоростей на практике полезно также решить следующую задачу:

В кабинах автомобилей, троллейбусов и на мотоциклах устанавливают прибор — спидометр, в котором есть счетчик пройденного пути и указатель скорости (рис. 17-6). Как, используя показания счетчика пути, определить среднюю скорость движения?

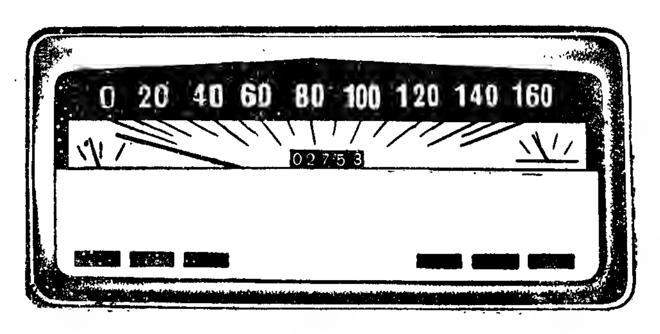


Рис. 17-6.

Решение. $v_{ср} = \frac{s}{t}$. В данном случае s — разница показаний счетчика пути, а t — время движения.

Две-три задачи дают для самостоятельной работы в классе и на дом [16, упр. 7; 13, № 187, 219].

6. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА РАСЧЕТ СКОРОСТИ, ПУТИ И ВРЕМЕНИ РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ

Это первые задачи, на примере которых учащиеся должны познакомиться с применением формул, употреблением определенных единиц физических величин, выполнением расчетов с приближенными числами. От того, как будут решаться эти первые задачи, во многом зависит успех в решении задач и в дальнейшем.

Нужно также иметь в виду, что подобные задачи уже решались учащимися на уроках математики, что и следует использовать особенно в начале изучения темы. Рассмотрим несколько задач:

1. Пользуясь приведенной в учебнике таблицей скоростей, определите, на какое расстояние распространяется звук в воздухе за 1 мин при 0°С.

Решение. Из таблицы находят скорость звука и кратко записывают условие задачи, как было показано выше. Затем рассуждают следующим образом.

За 1 с звук распространяется на 332 м. 1 мин = 60 с. Следовательно, за минуту звук пройдет в 60 раз большее расстояние, т. е. 332 м·60 = 19 920 м ≈ 19,9 км.

После этого следует решить эту же задачу по формуле

$$s = vt,$$

$$s = 332 \frac{м}{с} \cdot 60 \text{ с} = 19\,920 \text{ м} \approx 19{,}9 \text{ км}.$$

Как видно из этого примера, в первых задачах необходимо сочетание арифметического и алгебраического способов решения.

2. За какое время конькобежец пробежит расстояние 100 м, если он будет двигаться со скоростью 12 м/с?

Решение I. За секунду конькобежец проходит расстояние 12 м. Следовательно, конькобежец будет двигаться столько секунд, сколько раз число 12 содержится в 100, т. е. $100:12\approx$ $\approx 8{,}3$. Время равно 8,3 с.

Решение II.

$$v=\frac{s}{t},\text{ откуда } t=\frac{s}{v},\ t=\frac{100\text{ м}}{12\frac{\text{м}}{\text{с}}}\approx 8{,}3\text{ с}.$$

При пересчете скорости из одних единиц в другие вначале также необходимо сочетание арифметического и алгебраического способов. Покажем это на примере следующей задачи:

3. Автомобиль «Чайка» развивает скорость до 160 км/ч, а почтовый голубь 16 м/с. Сможет ли голубь обогнать автомобиль?

Решение I. За 1 ч автомобиль проходит 160 км= =160 000 м. 1 ч=3600 с. Следовательно, за 1 с автомобиль пройдет $\frac{160\,000\text{ м}}{3600}\approx 44$ м. Скорость автомобиля 44 м/с. Голубь не обгонит автомобиль.

Решение II. Пересчет значений величин при изменении «масштаба» единиц осуществляется подстановкой к именованному числу выражения, в котором прежние единицы заменены через новые:

$$160\frac{\text{км}}{\text{ч}}=160\cdot\frac{1000\text{ м}}{3600\text{ с}}=44\frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

По мере накопления учащимися знаний и навыков второй, алгебраический способ станет основным.

Значительное количество задач на расчет скорости, пути и времени движения учащиеся могут решить в связи с изучением прямой и обратной пропорциональности величин на занятиях по математике.

Дидактический материал для самостоятельной работы учащихся, в том числе экспериментальные задачи и программированные задания, можно найти в пособиях [1; 2; 16; 19].

7. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ. ПОНЯТИЕ О МАССЕ

Масса — одно из фундаментальных свойств материи. В средней школе учащимся дают прежде всего понятие о массе как мере гравитационных и инерционных свойств тела.

Как меру гравитационных свойств массу тела определяют на основе закона всемирного тяготения Ньютона: $F=\gamma\frac{m_1m_2}{r^2}$, где γ — универсальная гравитационная постоянная, m_1 и m_2 — массы тел, находящихся на расстоянии r друг от друга.

Инертная масса в классической механике Ньютона входит в основное уравнение динамики $F=m\frac{dv}{dt}$.

Опытным фактом является пропорциональность между гравитационной и инертной массами, а при определенном выборе единиц измерения они просто совпадают, поэтому практически не делают различия между ними.

В литературе, в том числе и методической, встречается определение массы как меры «количества вещества» или «количества материи». Такой смысл в понятие массы вкладывал еще Исаак Ньютон. Термины «масса», «тело» и «количество материи» Ньютон считал синонимами, предпочитая пользоваться двумя последними. «Количество материи», по Ньютону, пропорционально плотности тела или числу содержащихся в нем никогда «не изнашивающихся» и не разрушающихся частиц (атомов).

Таких частиц современная физика не знает. Сейчас открыто и постоянно открывают большое число различных «элементарных» частиц. Все они при определенных условиях могут превращаться друг в друга. Следовательно, масса — это количественная характеристика инерционных и гравитационных свойств материи. Заметим, что есть и другие количественные характеристики свойств материи, например энергия и импульс.

Массу измеряют в килограммах. Килограмм — единица массы — равен массе международного прототипа килограмма.

В настоящее время в понятие «количество вещества» вкладывают иной смысл. «Количество вещества» измеряют в молях (латинское «moles» означает «количество», «счетное множество»).

«Моль — количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в нуклиде ^{12}C массой 0,012 кг. При применении моля структурные элементы должны быть специфицированы и могут быть атомами, молекулами, ионами, электронами и другими частицами или специфицированными группами частиц».

Ясно, что масса и количество вещества — различные физические величины. Два разнородных тела могут иметь одинаковые «количества вещества» (число молей или число частиц), но различные массы.

Однородные же тела, имеющие равные «количества вещества», имеют и равные массы.

В VI классе учащимся сначала дают первоначальное понятие об инертной массе на основе изменения скорости двух тел

при их взаимодействии, т. е. по существу используют закон сохранения количества движения, который для этого случая можно записать так: $m_1\Delta\vec{v}_1 = -m_2\Delta\vec{v}_2$. Если начальные скорости тел равны нулю, то уравнение в скалярной форме примет вид: $m_1v_1 = -m_2v_2$, или по абсолютной величине $\left|\frac{m_1}{m_2}\right| = \left|\frac{v_2}{v_1}\right|$, т. е. отношение масс тел обратно пропорционально изменению их скоростей.

В VI классе в соответствии с программой понятие о данном соотношении и, следовательно, о массе вводят из рассмотрения простейшего опыта по взаимодействию двух тел.

Логическим переходом к новой, «динамической» теме от элементов кинематики, которые изучали до этого, может быть постановка вопроса: «Почему при неравномерном движении изменяется скорость тел?» Для этого рассматривают и анализируют различные случаи неравномерного движения.

1. Два шара, подвешенные на тонких нитях, отводят в противоположные стороны, а затем отпускают. Ударяясь, шары действуют друг на друга, и скорости их движения изменяются.

2. Показывают взаимодействия двух одинаковых шаров, один из которых отведен в сторону, а второй находится в положении равновесия. В результате соударения двигавшийся шар останавливается, а покоившийся начинает двигаться примерно с такой же скоростью.

Делают вывод: если тело изменяет свою скорость, то всегда можно указать другое тело или несколько тел, действие которых вызвало это изменение.

После этого ставят новую задачу: «От чего зависит изменение скорости тел при их взаимодействии?»

Для решения этой задачи необходимо поставить опыты, на основе которых можно было бы установить зависимость изменения скорости от массы взаимодействующих тел. В методической литературе для этой цели рекомендуют опыты по взаимодействию тележек, шаров или цилиндров, между которыми находится сжатая пружина, а также опыты по взаимодействию тележек с магнитом [3, 16]. Недостаток этих опытов заключается в том, что приходится объяснять, что действует не пружина или магниты, а «взаимодействуют» тела.

Поэтому вначале лучше показать «непосредственное» действие одного тела на другое без помощи пружин или магнитов.

Для этого можно взять небольшой резиновый мяч и тяжелый пластмассовый, деревянный или металлический шар. Мяч и шар крепко стягивают с помощью широкой тесьмы, концы которой связывают нитью (рис. 17-7). Пережигают нить и обнаруживают, что за одно и то же время пластмассовый шар откатывается на меньшее расстояние, или проходит меньший путь, чем мяч. На этом основании, а также на основе непосредствен-

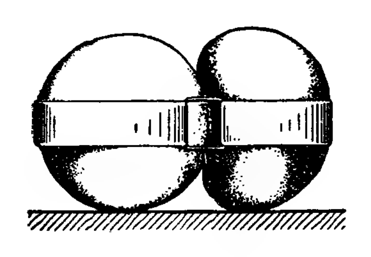


Рис. 17-7.

ных зрительных впечатлений заключают, что шар двигался с меньшей скоростью. Говорят, что шар массивнее мяча, или, иначе, шар имеет большую массу, чем мяч.

После этого как вариант можно показать описанный в учебнике опыт с тележками [или опыт с прибором Румянцева, 3, 16], подчеркнув, что пружину можно считать частью тележки, к которой она прикреплена. Эти опыты тоже качественные.

В дополнение к опытам полезно показать диапозитивы № 7 и 8 из серии «Движение и силы».

Далее учащимся поясняют, что рассмотренные опыты по взаимодействию тел позволяют сравнивать массы и измерять их, если одну из масс принять за единицу.

После этого знакомят учащихся с единицей массы — килограммом.

Для создания некоторых опорных образов полезно сообщить учащимся, что массу 1 кг имеет 1 л воды, 1 г — однокопеечная монета, массу примерно 2 т — автомобиль «Волга» с полной нагрузкой.

Учащимся сообщают, что ученые нашли различные способы измерения массы тел. В VIII классе, например, ученики сами смогут рассчитать массу Солнца ($2\cdot10^{30}$ кг) и массу Земли ($6\cdot10^{24}$ кг), а в IX классе — найти массу самой малой молекулы — молекулы водорода ($33\cdot10^{-25}$ г). Масса молекулы воды больше массы молекулы водорода примерно в 9 раз, ртути — в 100 раз. Масса каждой молекулы очень мала, но число молекул в теле огромно. «Масса каждого тела складывается из масс громадного числа молекул, содержащихся в этом теле» [16, с. 50].

Для закрепления формируемого понятия полезно решить следующие задачи:

1. Имея длинную резиновую нить, определите на опыте, какая из двух игрушечных тележек имеет бóльшую массу.

Решение. Тележки связывают резиновой нитью, раздвигают в разные стороны, натягивая нить, и затем отпускают. Тележка, имеющая большую массу, будет двигаться медленнее.

2. Два мальчика на коньках, оттолкнувшись руками друг от друга, поехали в разные стороны со скоростями 5 и 3 м/с. Масса какого мальчика больше и во сколько раз?

Решение. Массы взаимодействующих тел обратно пропорциональны изменениям их скоростей. Поэтому масса маль-

чика, скорость которого 3 м/с, в $^5/_3$ раза больше массы другого мальчика.

Аналогичные задачи, имеющиеся в учебнике, дают учащимся на дом [16, упр. 9].

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ТЕЛА ПРИ ПОМОЩИ ВЕСОВ. ВЕСЫ. ПРАВИЛА ВЗВЕШИВАНИЯ

В начале урока в беседе с классом проверяют, как учащиеся усвоили понятие массы тел, и для закрепления предлагают учащимся экспериментальную задачу о сравнении масс одинаковых по внешнему виду коробок, в одной из которых находится какое-либо массивное тело.

При решении этой задачи сначала используют взаимодействие тележек, на которые помещают коробки.

Далее сообщают, что сравнение масс тел в данном случае проще и точнее можно выполнить с помощью весов. Помещая сравниваемые тела на чашки весов, обнаруживают, что перетягивает та чашка, на которой лежит тело большей массы. Если же массы тел равны, то чашки остаются в равновесии. Таким образом, учащиеся получают понятие о том, как практически производят сравнение и измерение массы тел с помощью весов.

После этого учащихся знакомят с устройством и правилами обращения с рычажными, желательно техническими весами.

Технические весы — самый точный прибор школьного физического кабинета, требующий строгого соблюдения правил хранения и работы с ним. При этом учитель должен иметь в виду следующее.

Чувствительность весов, т. е. число делений n, на которое перемещается по шкале стрелка при перегрузке одной из чашек на единицу массы, зависит от положения стрелки в резьбе, в которую она ввертывается. Чем ниже опущена стрелка весов, тем меньше их чувствительность, определяемая формулой $n=k\frac{l}{Ph}$, где l — длина плеча коромысла весов, P — его вес, а h — расстояние центра тяжести подвижной части весов (коромысла со стрелкой) до ребра опорной призмы, k — коэффициент пропорциональности.

Устойчивое положение коромысла весов возможно только в том случае, если центр тяжести расположен ниже точки опоры. Если стрелка весов поднята слишком высоко, то коромысло находится в положении неустойчивого равновесия и практически всегда будет перетягивать то одна, то другая чашка при любых положениях уравнительных винтов.

Успех формирования навыков взвешивания на рычажных весах зависит в первую очередь от твердой установки на строгое соблюдение правил взвешивания и от качества учета и контроля за действиями учащихся со стороны учителя [5,

с. 52—53]. Поэтому первоначальный процесс обучения распадается на два этапа: демонстрацию действий учителем и затем выполнение под его руководством и контролем этих действий учениками.

Расположив весы (лучше технические) на демонстрационном столе, знакомят учащихся с их устройством. Показывают и другие типы весов: весы Беранже, аптекарские и учебные.

После этого раздают учащимся весы, разновес и тела приблизительно равной массы, например шарики от подшипника. Ученики выполняют взвешивание в соответствии с правилами, приведенными в учебнике [16, с. 181; см. также 4, работа 1].

Ученики делают эту работу всегда старательно, но обычно спешат и допускают много ошибок. На это с самого начала надо обратить внимание, поставив как главную задачу отработку и тщательное соблюдение правил взвешивания.

Нужно также с самого начала предупредить о внимательном и бережном обращении с разновесом.

9. ПЛОТНОСТЬ ВЕЩЕСТВА

Необходимость введения физической величины, называемой плотностью, можно обосновать, сравнивая объемы различных тел равной массы, как это сделано в учебнике, или сравнивая массы тел равного объема [18, с. 45—46].

Сообщают, что плотность измеряют в килограммах на метр кубический (кг/м³).

С помощью учащихся устанавливают формулу для определения плотности:

$$\text{плотность} = \frac{\text{масса}}{\text{объем}}, \quad \text{или } \rho = \frac{m}{V}.$$

Для закрепления введенных понятий решают устно 2—3 задачи следующего содержания:

Что означает запись: плотность гранита 2600 кг/м³, воздуха 1,29 кг/м³?

2. Какие из веществ, указанных в таблицах плотностей в учебнике, имеют наименьшую (наибольшую) плотность?

3. Масса 10 см³ железа 78 г. Чему равна его плотность?

Используя решение задач, поясняют, что плотность тел может быть выражена также в граммах на сантиметр кубический (г/см³).

Вторую часть урока посвящают лабораторной работе по определению плотности твердых тел. В зависимости от времени и подготовки учащихся к работе возможно определение и плотности жидкости. При этом можно использовать данные о массе тел, которые учащиеся взвешивали в предыдущей лабораторной работе.

Новый элемент в этой работе — измерение объема тел с помощью мензурки. Учащимся показывают цилиндрические мензурки и объясняют, как градуируют их шкалы. Поскольку деления на мензурке издали не видны, следует изготовить приставную шкалу и провести с учащимися коллективные упражнения в определении цены деления и измерения объема налитой в мензурку жидкости (см. рис. 6-4). С помощью рисунка поясняют, как надо ставить глаз при отсчетах (для предупреждения ошибки на параллакс и учета формы мениска жидкости). Так как размеры стеклянных мензурок невелики, полезно также изготовить специальную модель. Модель состоит из деревянной рамы, внешние контуры которой соответствуют форме цилиндрической мензурки, и бесконечной ленты с нарисованным на ней уровнем жидкости. Ленту можно перемещать в ту или иную сторону, при этом «уровень жидкости» будет подниматься или опускаться. Модель снабжают набором различных шкал.

Полезно также использовать диапозитивы из серии «Движение и силы», специально посвященные измерениям мензуркой (29—31-й кадры).

Если в работе будут использованы конические мензурки, то нужно обратить внимание учащихся на то, что у них шкала неравномерная.

При выполнении работы ученики могут пользоваться ее описанием, приведенным в учебнике [16, с. 181—182].

На следующем уроке нужно провести анализ работы и, выписав на доске 5—7 найденных значений плотности, вычислить среднее как наиболее достоверное.

Затем можно рассмотреть вопрос о выражении плотности вещества через массу молекул и число молекул в единице объема, логически связанный с материалом предыдущих уроков. Возможно, конечно, этот материал изучать и после того, как учащиеся познакомятся с расчетом массы и объема тела по его плотности, но это, по нашему мнению, несколько нарушает логику формирования понятия плотности.

Урок полезно завершить решением задач. Здесь полезно дать следующие задачи:

1. Плотность воды 1000 кг/м^3, а водяного пара (при 100°С) 0,600 кг/м^3. Как объяснить такую разницу плотностей на основе молекулярной теории?

2. По данным предыдущей задачи рассчитайте, во сколько раз в кубическом метре воды находится больше молекул, чем в кубическом метре пара.

Решение.

$$\frac{1000\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{0{,}600\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 1700\ (\text{раз}).$$

3. В 1 м³ любого газа при одинаковых условиях находится равное количество молекул. Почему же плотность кислорода почти в 10 раз больше плотности водорода?

4. В 1 см³ любого газа при 0°C содержится $27 \cdot 10^{18}$ молекул[1]. Какова масса 1 см³ водорода, если масса одной молекулы равна $33 \cdot 10^{-24}$ г?

Задачу решают на доске с помощью учителя.

Желательно также решить экспериментальную задачу по определению плотности воздуха [3, опыт 18] и сравнить плотность серного эфира и воздуха [3, опыт 19].

10. РАСЧЕТ МАССЫ И ОБЪЕМА ТЕЛА ПО ПЛОТНОСТИ ВЕЩЕСТВА

Все расчеты выполняют, используя основную формулу плотности:

$$\text{плотность} = \frac{\text{масса}}{\text{объем}}, \quad \rho \approx \frac{m}{V}.$$

Большое внимание следует уделить превращению и раздроблению единиц измерения, а также операциям с их наименованиями. Для примера рассмотрим решение типичных задач:

1. Плотность гранита равна 2600 кг/м³. Выразите ее в граммах на сантиметр кубический (г/см³).

Расчеты следует выполнить как арифметически, так и пользуясь общим правилом перехода от одних единиц измерения к другим.

а) Масса 1 м³ гранита 2600 кг = 2 600 000 г.

$$1 \text{ м}^3 = 1\,000\,000 \text{ см}^3.$$

Следовательно, плотность гранита

$$\rho = \frac{2\,600\,000 \text{ г}}{1\,000\,000 \text{ см}^3} = 2{,}6 \text{ г/см}^3.$$

б) $\rho = 2600 \text{ кг/м}^3 = 2600 \cdot \dfrac{1000 \text{ г}}{1\,000\,000 \text{ см}^3} = 2{,}6 \text{ г/см}^3$

2. Какова масса 20 см³ железа, если плотность его 7,8 г/см³?

Задачи такого типа решают сначала арифметическим способом, а затем по формуле: $m = \rho V$.

3. Какой объем должна иметь цистерна, чтобы в ней поместилось 50 т нефти, плотность которой 800 кг/м³?

Решение.

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ откуда } V = \frac{m}{\rho}, \quad V = \frac{50\,000 \text{ кг}}{800 \dfrac{\text{кг}}{\text{м}^3}} \approx 63 \text{ м}^3.$$

---

[1] Вопрос о зависимости плотности газа от давления не уточняют.

Только после того как учащиеся хорошо уяснят приемы решения таких задач, их условие можно несколько усложнить.

4. Определите массу сосновой доски, размер которой 300×20×5 см.

В качестве самостоятельной работы учащимся можно предложить: [2, работа 5; 15, § 4; 19, § 12—15].

11. ИНЕРЦИЯ

Инерция — это проявление наиболее общего свойства материи — быть всегда в движении. Для формирования понятия инерции могут быть показаны опыты, подобные описанным в учебнике [16, с. 58—59]. Эти опыты помогут учащимся понять, что если бы на движущееся тело не действовали никакие другие тела, то скорость его оставалась неизменной.

Очевидно, что тело как угодно долго может находиться в состоянии покоя (тело имеет скорость, равную нулю), если оно не испытывает воздействия со стороны окружающих его тел.

Понятие об инерции уточняют с помощью примеров и задач, которые должны закрепить у школьников представление о движении как неотъемлемом свойстве тел. Их решение будет способствовать также дальнейшему формированию понятия о массе.

1. Куда и почему наклоняются пассажиры относительно автобуса, когда он резко трогается с места, тормозит, поворачивает налево (направо)?

При ответах, особенно на последний вопрос этой задачи, нужно подчеркнуть мысль о том, что скорость движущихся по инерции тел остается неизменной.

2. Приведите примеры тел, движущихся по инерции в окружающей вас жизни, в микромире, в космосе.

В качестве примера движения по инерции в микромире учащиеся могут указать молекулы, которые от соударения до соударения движутся прямолинейно и равномерно. Из наиболее интересных примеров движения по инерции в космосе можно рассмотреть выход человека в космическое пространство, например переход советских космонавтов А. С. Елисеева и Е. В. Хрунова из одного корабля в другой, когда они двигались относительно Земли со скоростью около 8 км/с. Действие на спутники и космонавтов центростремительной силы и искривление вследствие этого их траектории в VI классе не рассматривают.

Наконец, следует рассмотреть и продемонстрировать примеры проявления и использования инерции в окружающей жизни и быту: приемы насаживания напильника или молотка на рукоятку, разборки и наладки рубанка и др. [16, с. 61; 5, § 33].

Ряд занимательных примеров по инерции тел, которые можно использовать на уроках и внеклассных занятиях, содержатся в книгах Я. И. Перельмана [21 и 22].

12. СИЛА. ВИДЫ СИЛ

Сила — одно из основных понятий в физике. Представление о силе заимствовано из проявлений деятельности человеческого организма по отношению к окружающей его среде. Ф. Энгельс по этому поводу писал: «Мы говорим о мускульной силе, о поднимающей силе рук, о прыгательной силе ног, ...об ощущающей силе нервов, о секреторной силе желез и т. д. Иными словами, чтобы избавиться от необходимости указать действительную причину изменения, вызванного какой-нибудь функцией нашего организма, мы подсовываем некоторую фиктивную причину, некоторую так называемую силу, соответствующую этому изменению. Мы переносим затем этот удобный метод также и на внешний мир и, таким образом, сочиняем столько же сил, сколько существует различных явлений»[1].

Современная физика свободна от подобных тенденций. Но от того периода, о котором писал Ф. Энгельс, сохраняется еще и сейчас неудачная терминология. Электродвижущая сила, сила тока, сила света ничего общего с понятием силы не имеют.

Современной науке известны четыре типа сил (взаимодействий): сила тяготения, электромагнитные силы, ядерные силы и слабые взаимодействия. В классической механике рассматривают проявления сил первых двух типов.

В VI классе понятие о силах формируется на примере действия сил тяжести, упругости, трения и сил взаимодействия между молекулами. Основная задача данного раздела заключается в формировании у школьников понятия о силе как физической величине, характеризующей действие одного тела на другое. Это действие выражается в изменении скорости движения тел и приводит к деформациям. Вопрос о деформации тел при их непосредственном соприкосновении достаточно подробно изложен в учебнике.

Учителю нужно иметь в виду, что деформируются тела и в неоднородном гравитационном поле. Например, под действием гравитационного поля Луны и Солнца на Земле образуются приливы не только воды, но и твердой массы нашей планеты.

При свободном падении небольших тел неоднородностью гравитационного поля, например, вблизи поверхности Земли пренебрегают и поэтому считают, что эти тела не деформируются.

Изменение скорости движения тел при взаимодействии показывают на ряде наглядных опытов. Например, тележка приводится в движение под действием руки и останавливается при

[1] Энгельс Ф. Диалектика природы. М., 1969, с. 60—61.

взаимодействии с бруском, лежащим на ее пути; «пуля» из детского ружья вылетает под действием силы упругости пружины; шарик отскакивает в сторону, ударившись о брусок, расположенный под углом к первоначальному направлению движения. Анализ опытов такого рода позволяет учащимся осмыслить выражение «изменение скорости движения».

Следующая группа опытов демонстрирует действие одного тела на другое, в результате которых заметно меняются размеры и форма тел. Удобно для этой цели воспользоваться губкой из поролона, резиновым жгутом, стальной линейкой или пружиной.

На основе опытов устанавливают, что изменение движения тела и его деформация могут служить признаками действия на данное тело каких-то других тел, или, иначе говоря, признаками действия на тело силы.

Как видно из описанных примеров, в первых опытах использовали преимущественно мускульную силу и силы, возникающие при непосредственном соприкосновении взаимодействующих тел (силы упругости).

Далее в целях расширения представления о силах и подготовки учащихся к изучению вопроса о силе тяжести нужно показать взаимодействие тел без их непосредственного соприкосновения. Для этого можно, например, показать притяжение на расстоянии магнитом куска железа, лежащего на плавающей в кювете дощечке, а также притяжение наэлектризованной палочкой кусочков бумаги или подвешенной на нити рейки. Не вводя пока в явном виде понятие о силе как векторной величине, при изображении на рисунках «действия» одного тела на другое показывают его в виде стрелок [16, § 32—35].

13. ТЯГОТЕНИЕ. СИЛА ТЯЖЕСТИ

Большинство учащихся уже до изучения физики слышали о притяжении тел Землей, о состоянии невесомости. Поэтому основная задача учителя состоит не столько в «доказательстве» существования тяготения, сколько в конкретизации представлений о его проявлениях.

Указывают, что притяжение существует не только между Землей и находящимися на ней телами. Любое тело независимо от его размеров, массы и состояния, в котором оно находится (твердое, жидкое и газообразное), притягивает к себе другие тела и само испытывает притяжение со стороны окружающих его тел.

Однако для тел небольшой массы сила тяготения очень мала. Например, два океанских корабля на расстоянии 200 м притягиваются друг к другу с силой, которая недостаточна даже для обрыва тонкой нити.

Масса же Земли огромна, поэтому и сила притяжения к ней различных тел велика. Таким образом, притяжение тел Землей рассматривается как частный случай тяготения. Вводят определение силы тяжести и говорят о пропорциональности силы тяжести, действующей на тело, массе тела.

Строго говоря, при таком изложении отождествляются сила тяготения и сила тяжести. Так как система отсчета, связанная с Землей, является неинерциальной, то в действительности эти две силы не совпадают. Сила тяготения направлена к центру Земли, а направление силы тяжести совпадает с направлением отвеса в данном месте. Разграничение данных понятий может быть дано только в VIII классе, например, с помощью системы задач [11, № 399, 400, 404].

14. СИЛА УПРУГОСТИ. ВЕС ТЕЛА

В настоящее время в курсе физики VI класса разграничивают понятия «сила тяжести» и «вес». Сила тяжести приложена к телу, а вес — к опоре или подвесу. Вес численно равен силе тяжести в том случае, если тело, притягиваемое Землей, действует на покоящуюся относительно Земли горизонтальную опору (или подвес). Именно этот случай и изучают в VI классе.

Выясняя причину, почему покоятся тела, лежащие на опоре или подвешенные на нити, в неявной форме используют третий закон Ньютона. Говорят учащимся, что опора (или нить подвеса) действует на тело с некоторой силой, которую называют силой упругости.

Можно объяснить, что сила упругости возникает потому, что нить (или опора) деформируется, например растягивается, для чего нужно удалить молекулы друг от друга на большее расстояние. Но молекулы, как известно учащимся (гл. 16), испытывают взаимное притяжение. Этим и обусловливается возникновение сил упругости. Таким образом, силы упругости имеют молекулярную природу [1]. Когда действующая на тело сила упругости равна силе тяжести, тело и опора находятся в покое.

Далее вводят понятие «вес тела».

С учащимися повторяют, что действие тел друг на друга носит взаимный характер. Если тело имеет опору, то деформируется не только опора, но и тело. Вследствие этого тело давит на опору (или растягивает нить подвеса) с силой, которую называют весом тела.

Если ученики смогут самостоятельно ответить на вопросы, приведенные в конце § 34 и 35 учебника, то можно считать, что они уяснили смысл формируемых понятий.

---

[1] В конечном счете молекулярные силы сводятся к силам электромагнитным.

Однако возможна и несколько иная последовательность изучения материала. Вначале излагают все обязательные вопросы, связанные с силой тяжести, вводят понятие о единицах силы, в ознакомительном плане дают сведения о невесомости, а затем рассматривают силу упругости и устройство динамометра. В этом случае для разграничения понятий «сила тяжести» и «вес тела» могут быть рекомендованы следующие опыты.

Шар, подвешенный на нити, растягивает нить. Если нить пережечь, шар падает вниз под действием силы тяжести.

На стальную линейку или длинную деревянную рейку, опирающуюся на два бруска, ставят гирю. Линейка прогибается. Говорят, что на линейку действует вес тела.

На основе опытов приходят к выводу, что сила тяжести проявляется в действии тела на опору (или на подвес) и в падении тела на Землю при отсутствии опоры. Силу, с которой тело давит на опору вследствие притяжения к Земле, называют весом. Таким образом, вес — одно из проявлений силы тяжести.

Позднее, когда учащиеся узнают, что сила — это векторная величина, данное понятие нужно закрепить и конкретизировать путем решения задач (гл. 17, *17*).

15. НЕВЕСОМОСТЬ

Некоторое представление о невесомости и ее объяснение в ознакомительном плане можно дать с помощью следующих опытов и пояснений.

Если к стальной спиральной пружине подвесить груз, то пружина растянется. Но как только конец пружины выпустят из рук, напряжение исчезнет: во время падения груз не растягивает пружину, как будто он стал невесомым. Явление объясняют тем, что пружина падает так же, как и груз. Оба тела, падая вместе, не действуют друг на друга. Но стоит только задержать пружину, груз начнет обгонять ее и пружина растянется. Невесомость исчезает.

Опыт можно сделать более убедительным, используя прибор, схематично представленный на рисунке 17-8[1]. На небольшой панели укреплен кронштейн для пружины. Около пружины расположены контакты электриче-

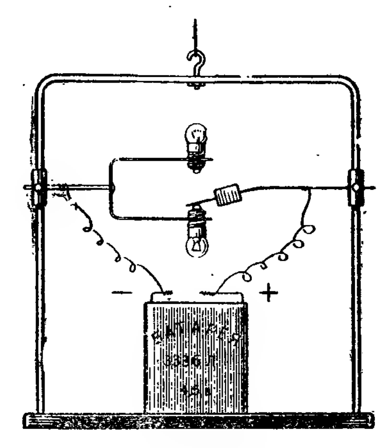


Рис. 17-8.

[1] См.: Жерехов Г. И. Демонстрационный эксперимент по механике. М., 1961, с. 54.

ской цепи с двумя лампочками. При деформации пружины зажигается нижняя, например зеленая, лампочка, а при отсутствии деформации — верхняя, красная. При свободном падении прибора загорается красный сигнал, что свидетельствует о невесомости груза. Указывают, что примерно то же самое происходит со всеми телами, находящимися внутри спутника, вращающегося вокруг Земли. Здесь уместно обратить внимание учащихся на то, что состояние невесомости не означает прекращения действия на тело силы тяжести.

В дальнейшем, в связи с изучением давления жидкости, учитель может продемонстрировать и такой признак невесомости, как отсутствие давления жидкости на стенки сосуда.

Для самостоятельного решения можно предложить задачи.

1. На резиновую нить подвесьте груз и резко опустите его вниз. Изменяется ли во время падения вес тела?

2. В старом резиновом мяче прожгите раскаленным гвоздем отверстия и затем наполните мяч водой. Подбросьте мяч вертикально вверх и наблюдайте, будет ли из него вытекать вода во время полета. Результаты опыта объясните.

3. Будут ли «ходить» на искусственном спутнике Земли часы с гирей?

16. ЕДИНИЦЫ СИЛЫ. ИЗМЕРЕНИЕ СИЛ ДИНАМОМЕТРОМ

В VI классе учащиеся должны знать одну единицу силы — ньютон. Определяющее уравнение для этой единицы — второй закон Ньютона. В соответствии с этим законом ньютон — сила, которая массе 1 кг сообщает ускорение 1 м/с^2. Так как этот закон изучают только в VIII классе, то ввести строго научное определение единицы силы в VI классе не представляется возможным. Поэтому единицу силы вводят на основе понятия о силе тяжести, которая действует на тело массой 0,1 кг, или, точнее, $^1/_{9,8}$ кг. При этом учащимся надо объяснить, что, так как сила тяжести, действующая на тело, зависит от географической широты, 1 Н равен указанной силе тяжести только на определенной широте, а именно на широте г. Севра, где хранится эталон массой 1 кг.

Необходимо также сказать учащимся, что на других планетах на массу 0,1 кг действует иная по модулю сила, чем на Земле. Например, на Луне сила тяжести меньше земной примерно в 6 раз. Соответствующий материал о силе тяжести на других планетах учащиеся найдут в учебнике в § 38, рекомендованном для дополнительного чтения.

Подробнее данный вопрос желательно рассмотреть на внеклассных занятиях.

У учащихся необходимо создать наглядные представления о силе в 1 Н и научить их определять в ньютонах силу тяжести.

Для этого полезно дать в руки учащимся стограммовый груз, гирю в 1 кг, медные монеты, чтобы они «почувствовали» силы в 1, 10 и 0,05 Н.

После этого рассчитывают силу тяжести, действующую на тело массой 1, 2, 3 кг, показывая, что в общем случае для определения силы тяжести нужно число 9,8 Н/кг умножить на число килограммов. Это правило записывают в виде формулы

$$F = 9{,}8\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot m.$$

Обращают внимание учащихся на то, что вес тела, находящегося на покоящейся относительно Земли горизонтальной опоре или укрепленного на неподвижном подвесе, определяют по аналогичной формуле

$$P = 9{,}8\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot m.$$

При расчетах в VI классе, как правило, можно принимать, что 9,8 Н/кг $\approx$ 10 Н/кг.

Для закрепления материала решают устно задачи следующего содержания.

1. Чему равна сила тяжести, действующая на тело массой 10 кг, 20 кг, 5 т, 300 г?

2. Какова масса тела, если на него действует сила тяжести 2, 50 и 3000 Н?

После этого задачи несколько усложняют, включая, например, в условие данные, требующие превращения или раздробления единиц. Полезно с помощью задач закрепить знания учащихся о зависимости силы тяжести от положения тела на Земле, а также о силе тяжести на других планетах.

1. Какова сила тяжести, действующая на 1 дм^3 воды; на керосин в бочке емкостью 200 дм^3?

2. Как изменится сила тяжести, если тело перенести с экватора на полюс? с подножия горы на вершину? перевезти на корабле в другое место земного шара, лежащее на той же широте?

Для решения этой задачи учащиеся должны знать, что, чем дальше тело от центра Земли, тем меньше сила тяжести, действующая на него. Поэтому сила тяжести на полюсе больше, чем на экваторе (вращение Земли в VI классе во внимание не принимают), у подножия горы больше, чем на вершине; на одной и той же широте и на одинаковой высоте над уровнем моря одинакова.

Далее устанавливают зависимость между силами упругости (или нагрузкой) и деформацией тела на примере удлинения резиновой нити или винтовой пружины. С этой целью к пружине последовательно подвешивают, например, три груза, по

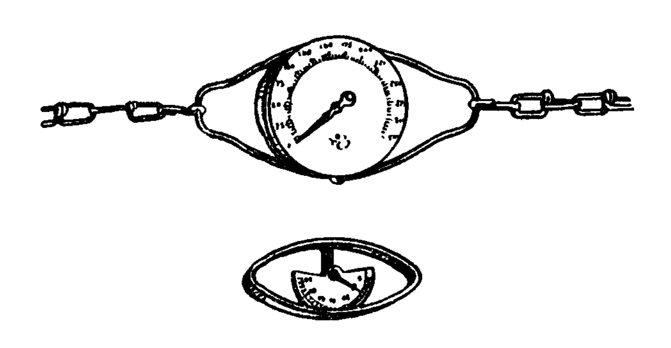


Рис. 17-9.

1 Н каждый, и убеждаются в том, что они вызывают одинаковые удлинения. На шкале, расположенной рядом с пружиной, каждый раз отмечают удлинение.

Затем, сняв груз, пружину растягивают до определенной отметки рукой. Очевидно, что приложенная к пружине сила равна силе тяжести, которая может растянуть пружину на такую же длину. Отсюда заключают, что по удлинению пружины можно сравнивать (измерять) не только силу тяжести, но и любые другие силы. Указывают, что, проградуировав пружину, получают измерительный прибор — динамометр (силомер).

Учащимся нужно показать различные имеющиеся в физическом кабинете динамометры и рассказать об их назначении и правилах применения.

Желательно также продемонстрировать технические или медицинские динамометры (рис. 17-9), к которым школьники всегда проявляют большой интерес.

Урок заканчивают практической работой по градуированию динамометров Бакушинского, для чего их шкалы закрывают листом белой бумаги.

17. СИЛА-ВЕКТОР. СЛОЖЕНИЕ СИЛ

Учащимся известно, что сила тяжести отличается от других величин (длины, площади, объема) направленностью действия. На нескольких примерах показывают, что этот признак характерен и для других сил. Зная только числовое значение силы, еще нельзя указать, каким будет результат ее действия. Важно знать направление силы и точку ее приложения (действие руки в разных местах и в разном направлении на дверь при ее открывании, равное направление тяги при перемещении санок).

На доске изображают висящие на нитях грузы и с помощью стрелок указывают действующие на них силы тяжести. Поясняют, что длиной отрезка в масштабе изображают числовое

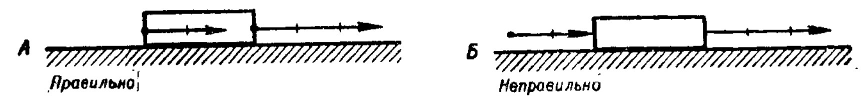


Рис. 17-10.

значение силы, а стрелкой указывают ее направление. Затем следует провести упражнения в графическом изображении различных сил.

1. Двое мальчиков везут сани. Один толкает сани сзади с силой 20 Н, а второй тянет их за веревку с силой 30 Н. Изобразите действующие силы графически, считая, что они направлены горизонтально.

При решении задач на графическое изображение сил нужно следить за тем, чтобы учащиеся соблюдали масштаб и правильно указывали точку приложения силы. Нередко учащиеся неправильно изображают силу, толкающую тело, например, так, как показано на рисунке 17-10, *Б*.

2. На чашке весов стоит гиря массой 10 кг. Изобразите силу тяжести и вес гири.

При решении этой задачи нужно обратить особое внимание на точки приложения указанных сил (силы тяжести — к гире, а веса — к чашке весов).

На конкретных примерах учащимся показывают, что на одно и то же тело чаще всего действует несколько сил. Так, например, на железнодорожный мост действуют сила тяжести,

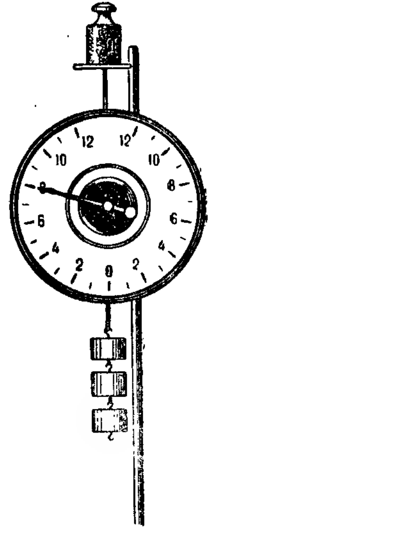


Рис. 17-11.

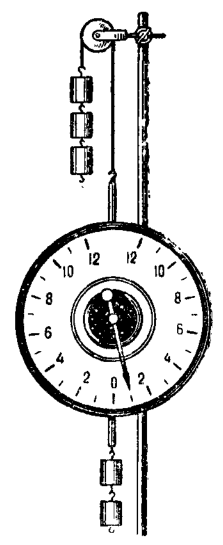


Рис. 17-12.



Рис. 17-13.

сила упругости опоры, вес проходящего по мосту поезда. Поэтому, для того чтобы строить здания, мосты, станки и машины, надо уметь учитывать действие многих сил.

В VI классе рассматривают лишь простейший случай, когда действующие на тело силы направлены по одной прямой.

Сначала разбирают случай, когда силы направлены в одну сторону, а затем — в противоположные. Обращают внимание на то, что рассматриваемые силы могут быть приложены и к разным точкам тела. Необходимо лишь соблюдение одного условия: точки приложения сил должны лежать на прямой, совпадающей с направлением действия сил.

Показывают опыт. К нижнему крючку демонстрационного динамометра (рис. 17-11) подвешивают груз, например, в 3 Н, а на верхний столик кладут груз в 5 Н. Замечают показания динамометра. Заменяют два груза одним, чтобы этот груз оказывал на пружину такое же действие, как первые два. Говорят, что груз в 8 Н является равнодействующей силой двух сил: в 3 и 5 Н.

С помощью тех же приборов демонстрируют и сложение двух сил, направленных по одной прямой, но в противоположных направлениях (рис. 17-12).

В заключение проводят упражнения в определении равнодействующей нескольких сил [16, упр. 18].

При сложении сил вначале лучше выполнить два рисунка: на одном (рис. 17-13, *А*) указать составляющие силы, а на втором (рис. 17-13, *Б*) — их равнодействующую. Если составляющие и равнодействующую показывать на одном рисунке, то он получается невыразительным и, главное, у некоторых учащихся создается впечатление, будто на тело действуют три силы: две составляющие и равнодействующая.

Несколько задач из упражнения 18 учебника дают учащимся на дом.

18. СИЛЫ ТРЕНИЯ

Учащимся дают первоначальное понятие о силах трения скольжения и качения, сухом и жидком трении (на примере смазки) и значении трения в природе, технике и быту.

Наиболее обстоятельно рассматривают трение скольжения, устанавливают зависимость силы трения от обработки поверхностей соприкасающихся тел и «прижимающей» силы. Понятие

о коэффициенте трения не вводят. Основные положения устанавливают на основе опытов.

Школьникам нужно показать, что силы трения в конечном итоге обусловливаются силами взаимодействия молекул и поэтому они имеют одинаковую природу с силами упругости.

Такой подход позволяет выявить общность внешне разнородных явлений: упругости, трения и взаимодействия молекул.

Желательно также в дополнение к сведениям о силах, которые приведены в учебнике, рассказать учащимся о зависимости сил трения от рода трущихся поверхностей.

Изложение материала может быть построено следующим образом. Ставят проблемные опыты: толкают рукой по столу брусок, приводят в колебание маятник и наблюдают, как с течением времени каждое из движений прекращается. Задают вопрос: «Почему тело, приведенное в движение, в конце концов останавливается?» Ученик почти всегда отвечает, что «это зависит от трения или сил трения».

После этого показывают равномерное движение деревянного бруска по шероховатой и затем хорошо обработанной поверхности тел. На рисунке изображают в увеличенном виде неровности доски. Демонстрационным динамометром измеряют силу, с которой действуют на брусок. При этом поясняют, что динамометр показывает силу тяги, которая равна по абсолютной величине и противоположна по направлению силе трения, действующей на брусок. Обращают внимание учащихся на то, что в обоих случаях требуется приложить разные силы. Ученики легко усваивают зависимость трения от шероховатости поверхности тел. На рисунке изображают в увеличенном виде неровности на поверхности доски. Говорят, что даже самые гладкие на вид тела имеют неровности, которые препятствуют движению одного тела по поверхности другого.

Указывают и на другую причину возникновения трения — притяжение молекул одной поверхности к молекулам другой поверхности, что особенно наглядно обнаруживают при очень гладких поверхностях.

В этой связи весьма желательно показать опыт или хотя бы рисунок (рис. 17-14) по сцеплению мерительных плиток.

После этого выясняют, от чего еще, кроме обработки поверхностей, зависит сила трения.

1. Вызванному к демонстрационному столу ученику с помощью динамометра предлагают измерить силу трения, когда на бруске находится гиря 1 и 2 кг. На доске записывают вес бруска с гирей и силу трения и предлагают классу сделать вывод о зависимости силы трения от силы, прижимающей брусок к столу.

2. Зависимость силы трения от рода трущихся поверхностей желатель-

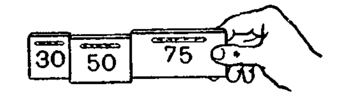


Рис. 17-14.

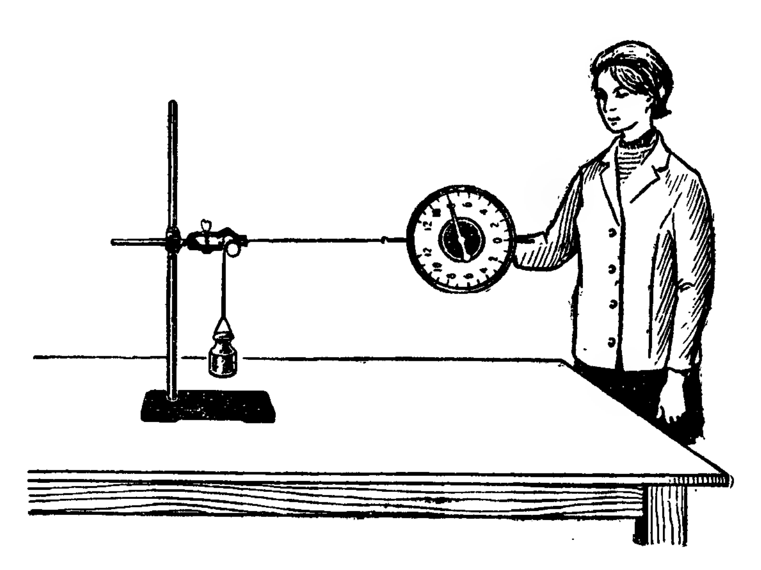


Рис. 17-15.

но показать, перемещая с помощью динамометра железный и деревянный бруски по поверхности из различных материалов, например по железному полозу, а потом по текстолиту, асботекстолиту или резине. На основе опыта можно пояснить, почему одни материалы (например, текстолит) применяют как антифрикционные материалы в подшипниках, а другие (например, асботекстолит), наоборот, в тормозных устройствах. Этот простой опыт, к сожалению, требует ряда материалов, которые не всегда могут быть под рукой у учителя. Подобная же демонстрация при использовании таких доступных материалов, как железо — медь, сталь — бронза, чугун — дерево, не столь выразительна.

Поэтому для демонстрации зависимости силы трения от рода трущихся поверхностей можно рекомендовать следующий опыт. В лапке штатива или в настольных тисках зажимают железный цилиндр из набора тел по калориметрии (рис. 17-15). Перекидывают через него железную проволоку с гирей на конце и измеряют динамометром силу трения. Повторяют опыт с латунным и алюминиевым цилиндрами. Опыт получается еще выразительнее, если сравнить силу трения проволоки по металлическому цилиндру и резиновой пробке такого же диаметра. На этом основании можно пояснить целесообразность применения резины как фрикционного материала.

Полезно также продемонстрировать следующий опыт. Через цилиндр перекидывают тесьму или ремень с гирей на конце и динамометром измеряют силу трения. Повторяют опыт с тесьмой, натертой канифолью, показывают значительное увеличе-

ние силы трения и целесообразность аналогичного приема для увеличения трения приводного ремня о шкив двигателя.

3. Измеряют силу трения железного бруска по металлическим полозьям, затем трущиеся поверхности смазывают маслом и после этого снова измеряют силу трения. Делают вывод, что смазка уменьшает трение. Поясняют, что слой смазки разъединяет трущиеся поверхности и сухое трение между твердыми шероховатыми поверхностями заменяется трением между слоями смазки, вследствие чего сила трения уменьшается в несколько раз. В качестве смазки применяют минеральные масла, вырабатываемые из нефти, касторовое и кедровое масло, воду (например, при смазке в гидротурбинах вкладышей подшипников из дерева).

4. Демонстрируют трение качения. Можно взять деревянный каток, положить его на стол и перемещать путем скольжения и путем качения. Измеряют силу трения при движении бруска на катках и без катков. По показаниям динамометра судят, что при качении цилиндра сила трения гораздо меньше, чем при его скольжении.

Приводят пример качения колес по железнодорожным рельсам. Сила трения качения в этом случае примерно в 100 раз меньше силы трения скольжения. Поэтому в машинах стремятся заменить трение скольжения трением качения, применяя шариковые и роликовые подшипники. Заводы изготавливают как очень большие, так и очень маленькие подшипники. Делают, например, шарикоподшипники диаметром всего лишь 1,5—2 мм, которые применяют в точных измерительных приборах.

Если позволит время, в ознакомительном плане можно рассказать учащимся о силе трения покоя примерно в том объеме, как это сделано в § 45 учебника. При этом нужно пояснить на конкретных примерах (тело на наклонной плоскости, горизонтально забитый в доску гвоздь) высказанную в учебнике мысль о том, что сила трения покоя направлена против того движения, которое должно было бы возникнуть.

Для закрепления материала полезно дать на дом следующие задачи:

1. Из какой стопы книг, большой или малой, легче вытащить нижнюю книгу и почему? Проверьте ваше утверждение на опыте.

2. Подвесьте на нитке груз и намотайте на карандаш такое количество витков нитки, чтобы она не разматывалась. Капните затем на карандаш маслом и наблюдайте, как будет соскальзывать нитка с карандаша. Объясните явление.

3. Положите книгу на наклонную плоскость (доску или другую книгу) так, чтобы она не соскальзывала вниз. Затем подложите под книгу два круглых карандаша и наблюдайте, как книга скатывается по наклонной плоскости. Какой вывод следует из данного опыта?

4. Всегда ли трение скольжения больше трения качения?

Ответ. Трение качения особенно мало, если каток и поверхность, по которой он катится, деформируются незначительно (железная дорога). Если же деформация значительна (рыхлая земля, песок, снег), то сила трения качения может оказаться больше силы трения скольжения (по снегу санки тянуть легче, чем телегу).

По теме желательно провести лабораторную работу, хотя она и не предусмотрена программой.

Работа может быть поставлена в двух вариантах: как небольшой по времени фронтальный эксперимент, занимающий часть урока, и как фронтальная часовая лабораторная работа.

В первом случае при изучении вопроса о зависимости силы трения от силы, «прижимающей» тело к горизонтальной поверхности, по которой оно скользит, вместо демонстрации или в дополнение к ней ставят фронтальный эксперимент.

Учащимся раздают картонные или легкие фанерные дощечки, грузы по механике и динамометры.

Пренебрегая весом дощечек, устанавливают, что сила трения пропорциональна весу груза.

Фронтальная работа на тему «Измерение силы трения скольжения и сравнение ее с весом тела» может быть проведена по описанию, имеющемуся в учебнике.

В работу могут быть включены дополнительные задания, например по сравнению сил трения скольжения и качения.

Во время любой экскурсии на какое-либо предприятие всегда имеется возможность обратить внимание учащихся на проявление сил трения на производстве, способы увеличения и уменьшения сил трения, систему смазки.

Для самостоятельной работы целесообразно предложить задачи [1, § 5—6; 2, работа 7; 16, § 5—8].

19. СИЛЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОЛЕКУЛ

Первое представление о взаимодействии молекул — их притяжении и отталкивании — учащиеся получили при изучении первоначальных сведений о строении вещества (гл, 16, *5*), а также сил упругости и трения. При изучении данного раздела эти сведения следует повторить, уточнить и расширить.

Теперь взаимодействие молекул можно охарактеризовать с помощью физических величин — сил, действующих между ними: сил притяжения и сил отталкивания. Силы отталкивания (F_1) по абсолютной величине с уменьшением расстояния растут быстрее, чем силы притяжения (F_2) (рис. 17-16). Равнодействующая сил F_1 и F_2 представлена графиком F. Из графиков видно, что на расстоянии $0r_0=d$ силы притяжения и отталкивания равны. Изобразим вокруг молекул сферы радиуса $\frac{d}{2}$. При сближении молекул на расстояние, меньшее d, преобладают

силы отталкивания и молекулы ведут себя как упругие шары радиуса $\frac{d}{2}$. Поэтому в кинетической теории диаметр d обычно называют диаметром молекулы.

При удалении молекул на расстояние, большее d, преобладают силы притяжения, которые на расстоянии $0r$ уменьшаются до нуля. Сферу радиуса $0r$ называют сферой молекулярного действия. В VI классе можно дать только самые общие представления о данных явлениях. Для этого можно, например, использовать изображенную на рисунке 17-17 модель. Пружина между двумя шарами, имитирующая силы связи, препятствует как удалению, так и сближению шаров.

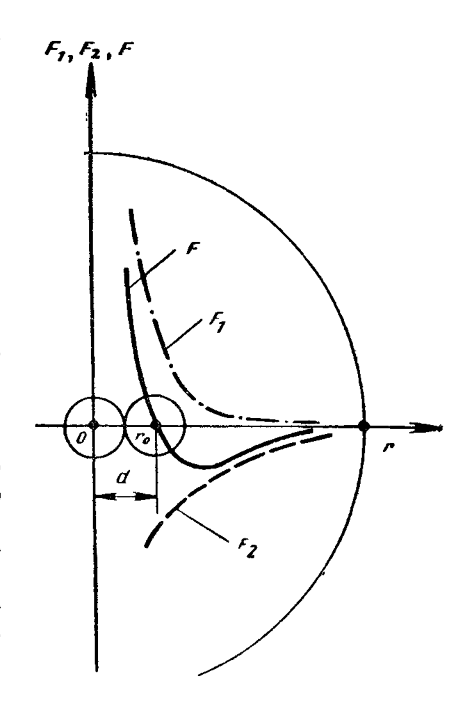


Рис. 17-16.

Аналогией взаимодействия молекул может служить также опыт с магнитом, «парящим» в воздухе (см. рис. 15-1). На этом примере наглядно видно и действие сил притяжения (тяготения), и действие магнитных сил отталкивания.

Подтолкнув «парящий» магнит, можно показать и его колебание около некоторого положения равновесия, подобно тому как это происходит с молекулами.

Говоря о взаимодействии молекул газа, отмечают, что газ заполняет любое предоставленное ему пространство. Только в моменты соударений при хаотическом движении молекулы оказываются на таких расстояниях (миллионные доли сантиметра), на которых могут проявляться силы взаимодействия. Для закрепления изученных понятий задают учащимся и обсуждают следующие вопросы: «Какие виды сил вам известны?», «Как объяснить возникновение сил упругости с точки зрения молекулярной теории?», «Какая связь существует между силами трения и силами взаимодействия молекул?», «Приведите примеры явлений, в которых обнаруживается действие сил молекулярного притяжения и отталкивания».

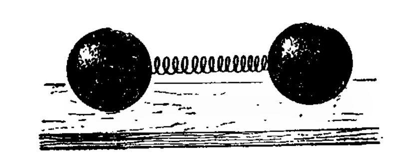


Рис. 17-17.

20. ЯВЛЕНИЕ СМАЧИВАНИЯ. КАПИЛЛЯРНОСТЬ

Этот материал в учебнике дан для дополнительного чтения. Если учитель сочтет возможным рассмотрение его в классе, можно предложить следующий план изучения.

При объяснении в VI классе смачивания возвращаются к опыту с отрыванием стеклянной пластинки от поверхности воды. Обращают внимание на наличие сил молекулярного взаимодействия между молекулами жидкости и твердого тела. Показывают, что вода не смачивает ту же стеклянную пластинку, покрытую слоем парафина, перо, смоченное чернилами, не оставляет следа при письме на промасленной бумаге. Объяснение явления смачивания и несмачивания дают на основе сравнения сил взаимодействия между молекулами жидкости и молекулами жидкости и твердого тела.

Решают качественные задачи:

1. **Почему керосин часто покрывает наружные стенки бидона или бутылки, в которых он хранится?**

2. **Почему капли ртути свертываются в шарики на поверхности стеклянной пластинки и растекаются по меди или цинку?**

При объяснении капиллярных явлений полезно ввести понятие о мениске.

Для этого демонстрируют вогнутую поверхность жидкости, смачивающей стенки сосуда (например, поверхность воды в стеклянном сосуде), и выпуклую поверхность жидкости, не смачивающей стенки сосуда (поверхность воды в стеклянном сосуде, стенки которого покрыты слоем парафина, или поверхность ртути в стеклянном сосуде). Объяснение рассмотренного явления сопровождают рисунком на доске (рис. 17-18).

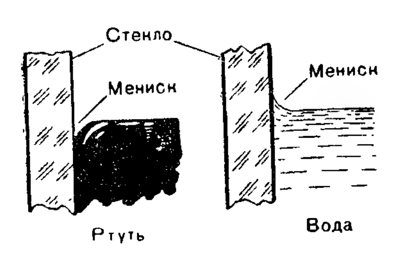


Рис. 17-18.

Для демонстрации капиллярных явлений удобнее всего использовать капиллярные сосуды, выпускаемые Главучтехпромом, или самодельные капилляры, помещенные в плоскую кювету (рис. 17-19). Прибор Главучтехпрома предназначен для проецирования на экран.

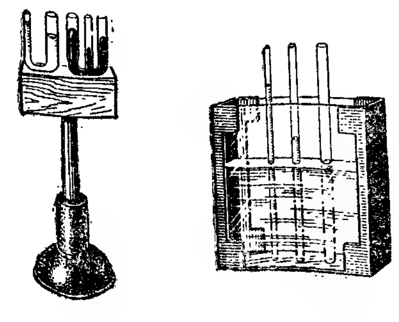


Рис. 17-19.

Одни сосуды наполняют ртутью, а другие — подкрашенной водой. Поднятие воды и опускание ртути в тонких трубках объ-

ясняют смачиванием стекла водой и несмачиванием его ртутью.

Желательно предложить учащимся самим пронаблюдать явление капиллярности и проследить за тем, как изменяется высота подъема жидкости в капиллярах в зависимости от их диаметра.

Достаточное количество капилляров нетрудно получить, вытягивая стеклянные трубки в пламени горелки.

В заключение можно решить ряд качественных задач:

1. Почему промокательная бумага впитывает чернила?

2. Почему вредна корка, которая образуется на почве после полива растений?

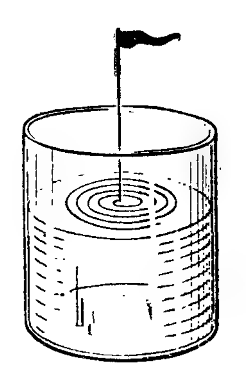


Рис. 17-20.

Заметим, что нередко в учебниках элементарной физики капиллярными явлениями объясняют и подъем воды в растениях. Это неверно. Поднятие воды в растениях — сложный процесс, осуществляющийся благодаря их жизнедеятельности. При этом важное значение имеет осмотическое давление. Сосуды в растениях полностью заполнены водой, в них нет менисков и потому не может возникнуть подъемной силы. «Кроме того, если бы эти мениски и были, то при среднем диаметре сосудов в 0,1 м вода могла бы подняться в силу капиллярности всего на 30 см. А между тем в деревьях ей нужно подниматься на высоту нескольких десятков метров. Поэтому основанная на капиллярности теория поднятия воды в растении очень скоро была оставлена»[1].

Поверхностные явления могут быть предметом увлекательных опытов на вечерах занимательной физики и дома: опыты с мыльными пленками; демонстрация плавания на воде иголки, лезвия от безопасной бритвы или даже «кораблика» из проволочной спирали (рис. 17-20).

21. ДАВЛЕНИЕ

Следуя логике изложения материала в учебнике [16, с. 88], показывают, что «результат действия силы» зависит и от абсолютного значения силы, и от площади поверхности тела, на которую действует сила. При этом под «результатом действия силы» понимают деформацию тел при их взаимодействии.

[1] Максимов Н. А. Краткий курс физиологии растений. М., 1958, с. 105.

Из жизненного опыта учащимся хорошо известно, что человек с тяжелой ношей глубже проваливается в снег, чем без ноши, на лыжах — меньше, чем без лыж.

Наблюдения школьников дополняют демонстрацией: на мокрый песок ставят столик и нагружают его гирей; ножки стола заметно погружаются в песок. После этого переворачивают столик крышкой вниз и вновь ставят на него тот же груз — столик совсем незначительно вдавливается в песок [16, рис. 84].

Следовательно, для полной характеристики результата действия силы на опору необходимо одновременно учитывать абсолютное значение силы и площади опоры, на которую это действие распределяется. Для этого вычисляют значение силы, приходящейся на единицу площади. Таким образом обосновывают необходимость введения физической величины — давления.

В качестве единиц давления[1] указывают 1 Н/м² и 1 Н/см². Последняя единица более наглядна и при необходимости позволяет дать примерное значение физической (атм) и технической (ат) атмосферы.

Из определения следует формула:

$$\text{давление} = \frac{\text{сила}}{\text{площадь}}, \quad \text{или} \quad p = \frac{F}{S}.$$

Для создания наглядных образов полезно познакомить учащихся с различными давлениями, встречающимися в технике, природе и быту (гусеничный трактор на почву — 4—6 Н/см², колеса вагона на рельсы — 300 000 Н/см², человек при ходьбе — 30—40 Н/см²).

Нужно также рассмотреть различные примеры, показывающие, как на практике увеличивают или уменьшают давление (заточка режущего инструмента, устройство широких фундаментов).

Полезно обратиться к примерам, которые показывают, что давление могут производить силы, имеющие в пространстве самые различные направления. Например, сила давления книги на стол вертикальна; сила давления тисков на деталь обычно горизонтальна; сила давления лезвий кусачек на проволоку может быть направлена как угодно в пространстве. Но во всех случаях сила давления перпендикулярна той поверхности, на которую действует.

В результате анализа рассмотренных примеров осуществляют четкое разграничение существенного признака силы давле-

---

[1] В 1971 г. XIV Генеральная конференция по мерам и весам приняла решение о присвоении единице давления и напряжения в системе СИ наименования «паскаль». «Паскаль — давление, вызываемое силой 1 Н, равномерно распределенной по нормальной к ней поверхности площадью 1 м²». Международное обозначение Pa русское Па.

ния (перпендикулярность ее к поверхности) от несущественных признаков (ориентация вектора силы в пространстве).

Анализ рассмотренных примеров важен для предупреждения распространенной ошибки в усвоении данного понятия, заключающейся в том, что силу давления отождествляют с весом тела.

Для закрепления и углубления полученных знаний решают задачи:

1. Сила тяжести, действующая на штатив, 30 Н, площадь подставки 300 см². Какова сила давления и давление штатива на стол?

2. Какое давление оказывает прямоугольный брусок на стол, если его класть различными гранями?

При решении второй задачи с помощью динамометра определяют вес бруска, а затем находят площадь трех различных граней.

Задачу полезно решить с помощью фронтального эксперимента.

Затем задачи нужно несколько усложнить, задавая, например, вместо силы тяжести, действующей на тело, его массу.

Невольные затруднения у учащихся возникают тогда, когда по условию задачи оказывается, что незначительная сила, например сила давления на шило 50 Н, может создать давление в миллионы ньютонов на квадратный сантиметр.

В связи с решением указанных задач и для пояснения действия колющих и режущих инструментов можно показать следующие опыты.

Сквозь пробку продевают иголку и ставят ее на медную пластинку, пробивая последнюю ударами молотка по игле.

Показывают кернер и с его помощью наносят углубления по риске на металлической пластинке (рис. 17-21).

Демонстрируют рубку металла на плите с помощью зубила.

В целях расширения политехнического кругозора учащихся полезно рассказать им о том, что при высоких давлениях достигают существенных изменений свойств вещества. Например, стальная проволока, получаемая под давлением 200 000 ат, оказывается во много раз прочнее проволоки, полученной обычным методом протяжки. Для создания искусственных алмазов потребовалось давление до 100 тыс. ат (при температуре около 2700°С). Советские физики нашли пути получения огромных давлений, более миллиона атмосфер. Колоссальные давления создаются самыми различными способами, в том числе с помощью взрывов. Используя эти давления, только в Ин-

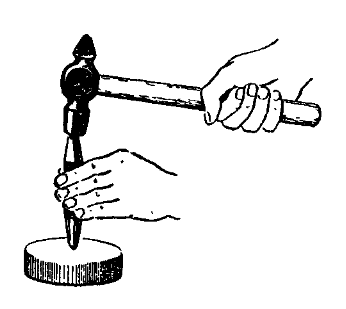


Рис. 17-21.

ституте гидродинамики Сибирского отделения АН СССР создали большое количество различных металлов и сплавов с удивительными свойствами.

Для самостоятельного чтения ученикам можно рекомендовать «Занимательную физику» Я. И. Перельмана. Учащиеся с интересом прочтут такие разделы, как «Почему заостренные предметы колючи», «Наподобие Левиафана» и др.

Аналогичный материал для оживления преподавания нужно использовать и на уроке.

Для домашних самостоятельных работ настоятельно рекомендуем экспериментальные задачи [16, упр. 19; 15, 9].

22. ДАВЛЕНИЕ ГАЗА

Данный материал служит как бы связующим звеном двух тем: «Движение и силы» и «Гидро- и аэростатика». Он с равным успехом мог бы изучаться и в этой, и в последующей теме. Основное назначение раздела — показать на основе молекулярно-кинетической теории причину существования давления в газах.

Давление газа на стенки сосуда объясняют ударами движущихся молекул. Тот факт, что во время удара одно тело с некоторой силой действует на другое, для учащихся понятен по жизненному опыту. Удар отдельной молекулы производит незаметное действие на стенку. Но число молекул газа в сосуде огромно, и они движутся с большими скоростями. Поэтому результирующее действие всех молекул оказывается значительным.

Естественно предположить, что давление газа тем больше, чем больше число молекул в единице объема (т. е. плотность газа) и чем больше скорость молекул.

Для подтверждения этого вывода можно показать опыт с картофельным пистолетом (рис. 17-22). Уменьшив с помощью палочки объем воздуха между картофельными пробками, мы тем самым увеличиваем плотность воздуха в трубке в соответствии с формулой: $\rho = \frac{m}{V}$ и, следовательно, его давление, что наглядно подтверждается следующим за этим выстрелом.

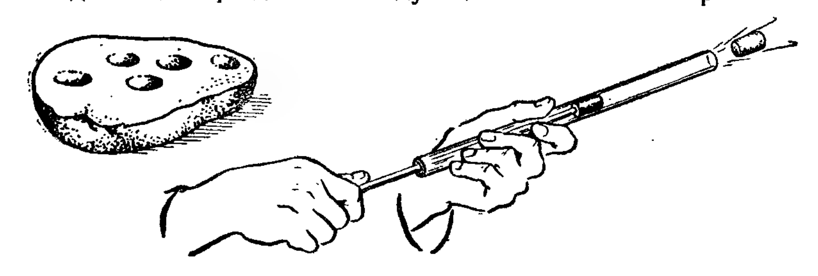


Рис. 17-22.

Ряд примеров увеличения давления при повышении плотности газа могут привести сами учащиеся (увеличение давления воздуха при его нагнетании в футбольную камеру или камеру велосипеда).

Зависимость давления газа от скорости молекул также понятна учащимся, но связать это с температурой школьники сами не смогут. Эти сведения им должен сообщить учитель, опираясь на жизненный опыт детей и эксперимент.

Так, многим учащимся известно, что давление в велосипедных камерах, нагретых лучами солнца, так возрастает, что они могут даже лопнуть. Ученики правильно объясняют данное явление тем, что «при нагревании газ расширяется». Задача учителя — разъяснить, что причина заключается в увеличении скорости движения молекул при повышении температуры газа, в результате увеличивается число ударов молекул о стенки и сила каждого удара.

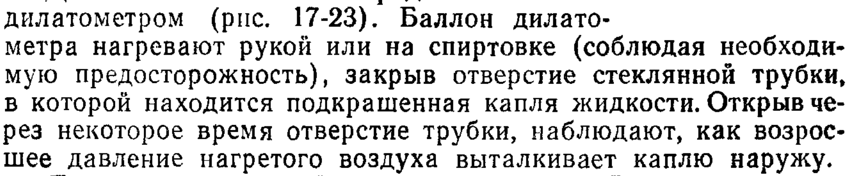


Рис. 17-23.

Для пояснения можно проделать опыт с дилатометром (рис. 17-23). Баллон дилатометра нагревают рукой или на спиртовке (соблюдая необходимую предосторожность), закрыв отверстие стеклянной трубки, в которой находится подкрашенная капля жидкости. Открыв через некоторое время отверстие трубки, наблюдают, как возросшее давление нагретого воздуха выталкивает каплю наружу.

Для проверки знаний учащихся по теме «Движение и силы» проводят итоговую контрольную работу [7, работа 1].

Для проверки умений пользоваться измерительными приборами в ряд вариантов контрольной работы авторы пособия включили задания, требующие по рисункам мензурок и динамометров произвести соответственно определение объемов и веса тел. Указанные задачи можно заменить или дополнить практическим заданием или экспериментальной задачей.

ГЛАВА 18

ДАВЛЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ (ГИДРО- и АЭРОСТАТИКА)

В данной теме на базе имеющихся у учащихся знаний о молекулярном строении вещества и силах изучают важнейшие свойства покоящихся жидкостей и газов. В основу материала положен закон Паскаля, а все другие закономерности (архи-

медова сила, атмосферное давление и др.) рассматривают как следствия этого закона и действия силы тяжести.

Свойства жидких и газообразных тел изучают параллельно, в сравнении друг с другом. Такой метод изучения темы облегчает формирование обобщенных физических понятий, дает учащимся умение применять теорию на практике и экономит учебное время. Вместе с тем такой метод создает и известные трудности, так как требует от учащихся более абстрактного мышления. Эти трудности в значительной мере снимаются за счет богатого и выразительного физического эксперимента, который можно использовать в данной теме.

Следует иметь в виду, что многие вопросы темы, например закон Паскаля, архимедова сила, изучают в средней школе только один раз, в VI классе. Это обстоятельство накладывает на учителя особую ответственность.

Нужно также учитывать, что по ряду вопросов школьники получили первоначальные представления из курса природоведения IV класса и физической географии V класса. На эти представления необходимо опираться при формировании у учащихся таких понятий, как «вес воздуха», «атмосферное давление».

На изучение темы программой отводится 24 часа, которые по урокам могут быть распределены примерно следующим образом:

1-й урок. Основные свойства жидкостей и газов. Закон Паскаля для жидкостей и газов.

2-й урок. Гидравлическая машина. Свободная поверхность жидкости. Решение задач.

3-й урок. Давление в жидкости и газе при действии на них силы тяжести.

4-й урок. Расчет давления жидкости на дно и стенки сосуда.

5-й урок. Решение задач.

6-й урок. Гидростатический парадокс.

7—8-й уроки. Сообщающиеся сосуды и их применение (водопровод, шлюзы, водомерное стекло, фонтан). Открытый жидкостный манометр. Решение задач.

9-й урок. Контрольная работа.

10-й урок. Атмосферное давление.

11—12-й уроки. Измерение атмосферного давления. Опыт Торричелли. Барометры.

13-й урок. Металлические манометры. Насосы.

14-й урок. Повторение. Решение задач.

15-й урок. Контрольная работа.

16-й урок. Действие жидкости и газа на погруженное в них тело.

17-й урок. Архимедова сила для жидкостей и газов.

18-й урок. Решение задач.
19-й урок. Плавание тел.
20-й урок. Ареометры. Лабораторная работа «Определение плотности жидкости ареометром».
21-й урок. Лабораторная работа «Выяснение условий плавания тел в жидкости».
22-й урок. Водный транспорт. Воздухоплавание. Решение задач.
23—24-й уроки. Повторение и обобщение материала по гидро- и аэростатике. Контрольная работа.

1. СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

При рассмотрении с учащимися основных свойств жидкостей вспоминают, что жидкости сохраняют объем и принимают форму сосуда, в который они налиты. Эти свойства жидкостей обусловлены особенностями их молекулярного строения и характером движения молекул — большой их подвижностью. Подвижностью молекул объясняют и текучесть жидкостей.

Связав текучесть жидкостей с их строением и характером движения молекул, можно легко подвести учащихся к выводу о том, что текучесть разных жидкостей должна быть различной. Предположение проверяют с помощью опыта. Показывают различную текучесть воды, машинного масла, густой краски. Обращают внимание школьников на то, что при переливании «густой» жидкости вначале образуется возвышенность, но затем уровень жидкости становится горизонтальным. (Можно предложить учащимся дома, используя небольшие стеклянные трубочки и кусочки резиновой трубки, исследовать степень текучести различных жидкостей, например воды и растительного масла.)

Далее уточняют, что вследствие подвижности частиц и действия сил взаимного притяжения между ними жидкости могут образовывать маленькие капельки. Обращают внимание учащихся на сферическую форму жидкости в условиях невесомости в космическом корабле.

Изучение свойств газов представляет некоторую трудность по сравнению с изучением свойств жидких и твердых тел. Школьники имеют о газах только самые общие и не всегда правильные представления. Кроме того, проведение опытов с газами сложнее, чем с жидкостями: многие газы бесцветны, их труднее «подкрасить», сохранить в открытых сосудах.

Изучение свойств газов начинают с повторения их основных свойств, которые сопоставляют со свойствами жидкостей. Газы, так же как и жидкости, не имеют определенной формы, но стремятся занять возможно больший объем. Показывают, что воздух заполняет все свободное пространство, которое не занято другими телами. Для этого опускают в воду вверх дном

стакан; поднимая постепенно стакан, наблюдают расширение воздуха. Объясняют это большой подвижностью частиц газа.

Текучесть газа хорошо показать в теневом проецировании, используя пары эфира (см. рис. 6-5, *б*). Отмечают, что благодаря текучести газ может перемещаться по трубам, как жидкость. В связи с этим в воспитательных и образовательных целях кратко можно рассказать о нефте- и газопроводах и их значении в народном хозяйстве. По газопроводу газ из Саратовской области поступает в Москву и другие города, из Бухары — в уральские города. На уроке следует указать на плодотворную работу Совета Экономической Взаимопомощи (СЭВ). По трубопроводу «Дружба» советская нефть течет в Польшу, Чехословакию, Венгрию, ГДР.

Обращают внимание учащихся, что жидкости и газы могут находиться в состоянии равновесия или быть в движении. Приводят примеры этих состояний для жидкостей и газов и указывают, что законы движения жидкостей и газов изучают в старших классах, в VI же классе рассматривают лишь жидкости и газы, которые находятся в равновесии (жидкости и газы в замкнутых сосудах, вода в непроточных прудах и озерах, воздух при безветрии).

2. ЗАКОН ПАСКАЛЯ

Закон Паскаля — основной закон гидро- и аэростатики. Давление, производимое внешними силами на жидкость или газ, находящиеся в замкнутом сосуде, передается одинаково во всех направлениях.

При изучении закона Паскаля вначале рассматривают вопрос о давлении газов, уже знакомый учащимся по теме «Движение и силы» (гл. 17, *22*). Учащиеся должны вспомнить, что давление газа на стенки сосуда или находящиеся в нем тела обусловлено ударами молекул и зависит от их числа (плотности газа) и скорости движения (температуры).

Далее школьники узнают, что в замкнутом сосуде давление газа всюду одинаково. Объясняют это хаотичностью движения молекул, обусловливающей одинаковую плотность газа во всем объеме и одинаковую в среднем общую силу их ударов на единицу площади. При этом учащиеся должны знать, что давление газа, как и всякое давление, перпендикулярно стенкам сосуда или поверхности находящегося в нем тела.

Причины возникновения давления в жидкости объясняют применительно к жидкости, сжимаемой внешними силами в замкнутом сосуде.

Используя знания о взаимодействии молекул (гл. 17, *19*), выясняют, что между молекулами возникают упругие силы отталкивания. Жидкость ведет себя подобно сжатой пружине или куску резины и потому давит на сжимающую ее оболочку.

Благодаря подвижности молекул давление в жидкости во все стороны должно передаваться одинаково.

Вывод подкрепляют опытом с шаром Паскаля, обращая внимание на то, что внешнее давление на поршень производилось в одном направлении, вода вытекала по всем направлениям перпендикулярно соответствующим участкам поверхности.

Далее показывают опыт с шаром Паскаля, наполненным дымом. Опыт протекает быстро, поэтому повторяют его 2—3 раза на фоне классной доски с боковым освещением [16, § 55].

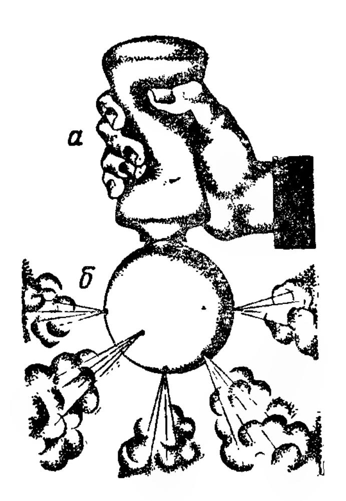


Рис. 18-1.

Опыт можно поставить не менее выразительно и на самодельном приборе (рис. 18-1), состоящем из полужесткой пластмассовой бутылки *а*, в пробку которой вставлена трубка резиновой груши *б*. Груша имеет ряд отверстий, прожженных тонкой накаленной проволокой. (Вместо бутылки *а* можно также использовать вторую резиновую грушу, соединив ее с первой резиновой трубочкой.)

Для демонстрации передачи давления газами грушу с воздухом погружают в стеклянный сосуд с водой и наблюдают за пузырьками воздуха, выходящими изо всех отверстий, когда надавливают на бутылку.

Можно показать также опыт с медленным выдуванием мыльного пузыря, который растягивается одинаково во все стороны.

Для закрепления полученных знаний решают качественные задачи:

1. Действует ли на искусственном спутнике Земли закон Паскаля?

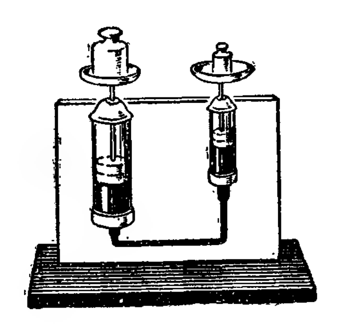
2. В одних велосипедных насосах отверстия для шланга делают в дне цилиндра, а в других — сбоку. Зависит ли от этого давление нагнетаемого в камеру воздуха?

Как практическое применение закона Паскаля для жидкостей рассматривают гидравлическую машину.

Хорошую модель гидравлической машины (рис. 18-2) нетрудно собрать, используя два медицинских шприца, значительно отличающихся по площади сечения своих цилиндров. Из опыта делают вывод, что гидравлическая машина дает выигрыш в силе во столько раз, во сколько раз площадь большего поршня больше площади малого поршня.

После этого можно решить задачу:

Отверстия сосуда (рис. 18-3) закрыты поршнями. Площадь малого поршня 10 см^2, большого — 50 см^2. На малый поршень поместили гирю ве-


Рис. 18-2.

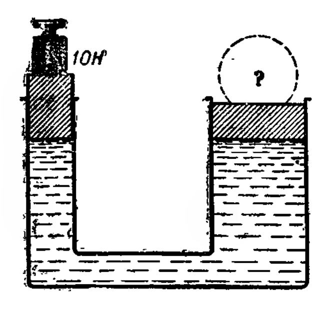


Рис. 18-3.

сом 10 Н. Какой груз нужно поместить на большой поршень, чтобы жидкость осталась в равновесии?

Гидравлический пресс. При изучении пресса используют действующую модель пресса Главучтехпрома [3, опыт 40; 5, § 26]. Положив на поршень пресса деревянный брусок или кусок кирпича, сжимают и разрушают его. С помощью расчетов показывают, какую силу может развить пресс. В заключение демонстрируют кинофильм «Гидравлический пресс» и проводят беседу по его содержанию. Желательна также экскурсия для ознакомления с работой пресса.

В качестве самостоятельной работы в классе или дома можно дать учащимся задание разобрать устройство гидравлического домкрата, гидравлического и пневматического тормозов и отбойного молотка [16, с. 101—103], а также задачи [1, 10; 20, 17; 2, работа 10; 19, § 22].

3. ВЕСОВОЕ ДАВЛЕНИЕ ЖИДКОСТИ

Давление жидкости на дно и стенки сосуда. Учащимся показывают открытый цилиндрический сосуд с жидкостью и ставят задачу доказать путем рассуждений и на опыте, что жидкость давит на дно и стенки сосуда.

Существование давления жидкости на дно учащимся очевидно. Однако и в этом случае нелишне показать существование давления на опыте, наливая воду в цилиндр, дно которого затянуто резиновой перепонкой (рис. 18-4, *А*).

Далее в процессе беседы с классом устанавливают, что каждый слой жидкости вследствие действия на него силы тяжести давит на нижележащие слои подобно поршню в гидравлическом прессе. Это давление по закону Паскаля передается без изменения по всем направлениям: вниз, вбок, вверх. Следовательно, жидкость должна давить не только на дно, но и на стенки сосуда.

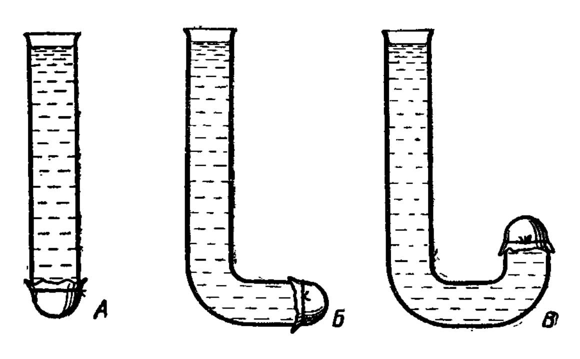


Рис. 18-4.

Предлагают учащимся придумать опыты, которые бы подтвердили данное предположение. По аналогии с опытом, показанным на рисунке 18-4, *А*, учащиеся обычно «придумывают» опыты, схема которых дана на рисунке 18-4, *Б*—*В*. Нагляден также опыт с двумя динамометрами и сосудом из полиэтиленового мешочка, заполненного жидкостью и зажатого лапками штатива (рис. 18-5).

Давление внутри жидкости. Понятие о давлении внутри жидкости более абстрактно, чем понятие о давлении на дно или стенки сосуда, поскольку здесь нет в явном виде площадки, на которую давит жидкость.

Внимание учащихся обращают на то, что внутри жидкости оказывается сжатым любой ее слой. Поэтому он давит по всем направлениям на соседние слои. Ставят задачу обнаружить давление внутри жидкости на опыте. В учебнике [16, с. 105—106] для этого предложен интересный прием: пустые сосуды, подобные изображенным на рисунке 18-4, помещают в более широ-

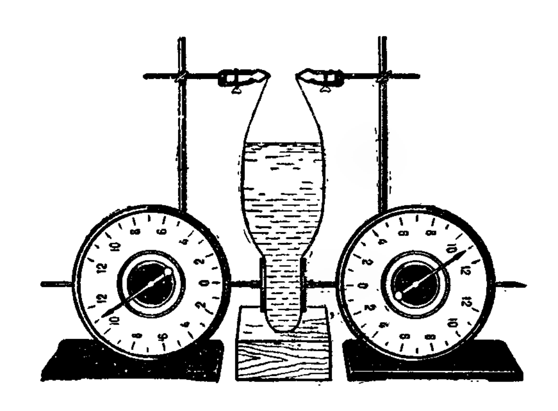


Рис. 18-5.

кий сосуд с жидкостью. Прогибание пленки доказывает существование давления внутри жидкости. Этот опыт прост и нагляден по своей идее. Однако при его практической постановке в школе неизбежно возникают трудности: нелегко подобрать сосуды таких размеров, чтобы прогиб пленки был хорошо виден всему классу.

Поэтому можно использовать также и известный опыт (рис. 18-6) с резиновым капсюлем *а*, хотя при этом и приходится пользоваться незнакомым пока для учащихся жидкостным манометром.

Сначала учащимся показывают капсюль. Для демонстрации действия прибора его присоединяют с помощью трубки *б* к открытому водяному манометру и надавливают на резиновую пленку пальцем. Наблюдают изменение уровня воды в коленах манометра. Затем опускают капсюль в сосуд с жидкостью, например с водой, и показывают, что в любом месте внутри жидкости существует давление, которое на одной и той же глубине одинаково по всем направлениям.

С помощью опытов (рис. 18-6) показывают также зависимость давления от глубины и плотности жидкости.

Для закрепления материала решают следующую задачу:

На рисунке 18-7 показаны сосуды с различными жидкостями. Укажите, в каких сосудах давление на дно больше и почему.

О давлении на дно сосудов учащиеся должны судить по высоте (глубине) жидкости и ее плотности.

Расчет давления жидкости. Вначале, используя знания учащихся о расчете давления твердых тел, вычисляют силу давления и давление жидкости на дно прямоугольного сосуда. Для этого можно дать следующие задачи:

1. В сосуд прямоугольной формы с площадью дна 20×30 см налит керосин до высоты 50 см. Определите силу давления и давление керосина на дно.

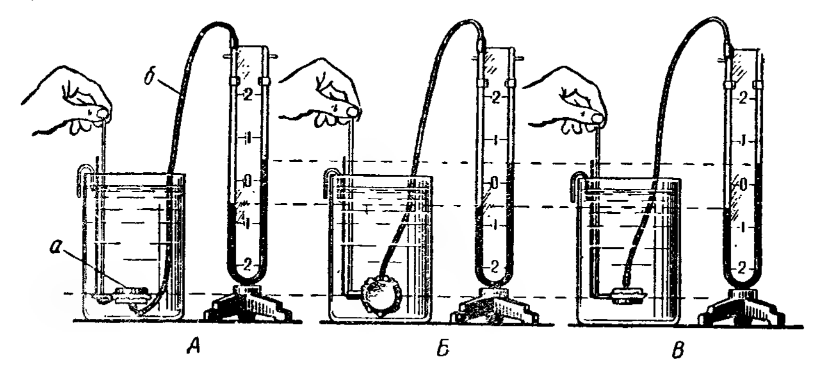


Рис. 18-6.

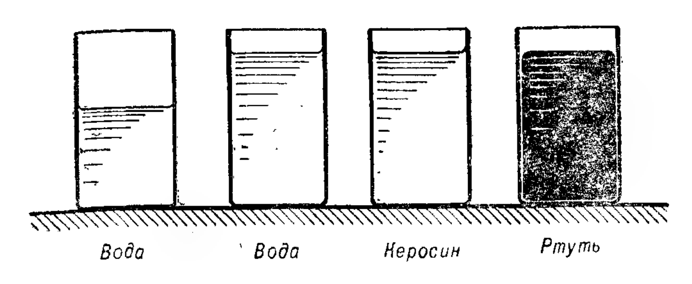


Рис. 18-7.

Решение. Сила давления равна весу P жидкости, налитой в сосуд. Для определения веса нужно знать массу жидкости:

$$m=\rho_к V, \quad V=20\ см\cdot 30\ см\cdot 50\ см=30\,000\ см^3.$$

По таблицам находим: $\rho_к=0{,}8\ г/см^3$,

$$m=0{,}8\ \frac{г}{см^3}\cdot 30\,000\ см^3=24\,000\ г=24\ кг,$$

$$P=9{,}8\ \frac{Н}{кг}\cdot m=9{,}8\ \frac{Н}{кг}\cdot 24\ кг\approx 240\ Н.$$

Давление $p=\frac{P}{S}$. Площадь дна $S=20\ см\cdot 30\ см=600\ см^2$,

$$p=\frac{240\ Н}{600\ см^2}=0{,}4\ Н/см^2.$$

2. Рассчитайте давление керосина на дно по условиям предыдущей задачи, если в нем не будут указаны размеры дна.

Решение сводится к определению массы, а затем веса столба керосина площадью основания 1 $см^2$ и высотой 50 см.

Совпадение ответов задач 1 и 2 должно убедить учащихся в правильности второго более экономного и, главное, более общего правила для подсчета давления жидкости на заданной глубине. На этой основе дают формулу: $p=9{,}8\ \frac{Н}{кг}\ \rho h$.

Расчет давления и силы давления жидкости в сосудах произвольной формы. Зарисовывают на классной доске сосуды, применяющиеся в приборе для демонстрации гидростатического парадокса (рис. 18-8), и ставят перед учащимися вопрос: «Одинакова или различна сила давления жидкости на дно сосудов?»

Обычно учащиеся полагают, что наибольшее давление на дно оказывает жидкость в сосуде *б* и наименьшее — в сосуде *в*.

Ответ проверяют на опыте и опровергают предположения учащихся. Возникает проблемная ситуация.

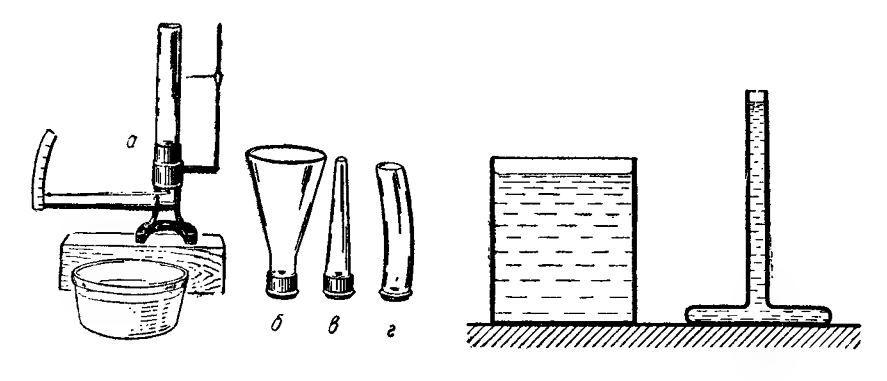


Рис. 18-8. Рис. 18-11.

Результаты опыта объясняют, пользуясь законом Паскаля, особо подчеркивая, что давление передается от слоя к слою по всем направлениям независимо от формы сосуда. Давление зависит только от высоты и плотности жидкости. При одной и той же высоте оно одинаково во всех трех сосудах. Одинакова и сила давления $F=pS$, так как сосуды имеют равную площадь дна.

Для закрепления материала решают задачи:

1. Будет ли работать в состоянии невесомости гидравлический пресс?

При решении этой задачи выясняют, что весовое давление не имеет значения для работы гидравлической машины. Машина работает в результате передачи жидкостью внешнего давления, оказываемого на поршень.

2. Вычислите давление, которое оказывает на дно вода в стакане (произвести для этого все необходимые измерения).

3. Сосуды, изображенные на рисунке 18-9, имеют равные площади дна. В левый сосуд налито 10 кг, а в правый — 500 г воды. В каком сосуде сила давления на дно больше?

4. На рисунке 18-10 показаны два одинаковых сосуда. На дно сосуда *б* поставлена гиря массой 200 г, а в сосуд *а* налито 200 г воды. Одинакова ли сила давления гири и воды на дно? Ответ обоснуйте.

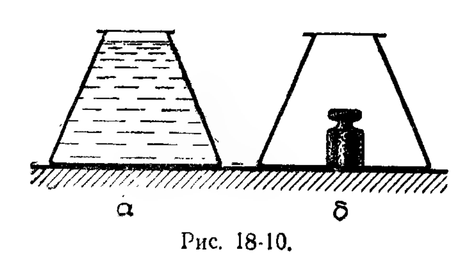


Рис. 18-10.

Для экономии времени рисунки 18-7—18-10 полезно заготовить заранее на листах бумаги.

Материал об исследованиях морских глубин дан в учебнике для дополнительного чтения. Учащиеся при желании могут изучить его

самостоятельно дома или на уроке. К уроку интересно подготовить выступления 1—2 учеников о водолазных устройствах и подводных работах.

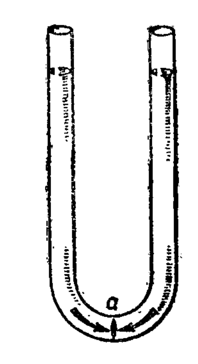


Рис. 18-11.

Сообщающиеся сосуды. Понятие о сообщающихся сосудах можно дать на примере сосудов, сделанных из прямых стеклянных трубок, соединенных резиновой трубкой такой длины, чтобы их можно было поднимать и опускать. Трубки заполняют подкрашенной водой. Затем полезно одну из трубок заменить зигзагообразной и показать, что и в этом случае однородная жидкость устанавливается на одном уровне. Для объяснения явления делают рисунок на доске и рассматривают давление столбов жидкости в каждом сосуде на площадку *a* (рис. 18-11). Так как жидкость не перемещается из одного колена трубки в другой, следовательно, давление на площадку справа и слева одинаково, что может быть только при условии одинаковой высоты столбов однородной жидкости.

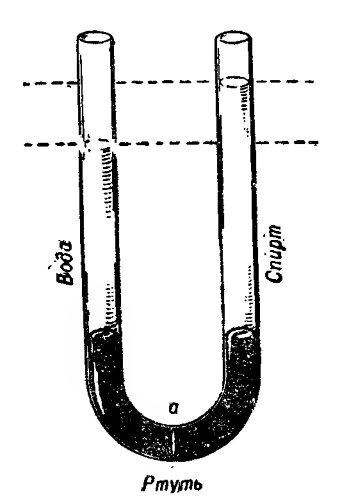


Рис. 18-12.

Изучение этого вопроса можно поставить и по-другому — начать не с эксперимента, а с теоретических рассуждений, заставив учащихся самостоятельно прийти к нужному выводу, а затем проверить его опытом.

В ознакомительном плане на примере конкретного опыта можно рассмотреть равновесие разнородных жидкостей в сообщающихся сосудах. При этом лучше взять тот случай, когда в нижней части сосудов жидкости находятся на одном уровне (рис. 18-12). По аналогии с рисунком 18-11 заключают, что давления жидкостей справа и слева на площадку *a* равны. Далее нетрудно догадаться, что высота более «легкой» жидкости, имеющей меньшую плотность, будет больше. А измерения и расчеты покажут, что высоты жидкостей в сообщающихся сосудах обратно пропорциональны их плотностям.

Применение сообщающихся сосудов. Водопровод, основная часть которого — система сообщающихся сосудов, демонстрируют при помощи модели из стекла (рис. 18-13). Имеющийся кинофильм «Водопровод» можно демонстрировать в начале урока. В этом случае он явится хорошим введением к теме урока.

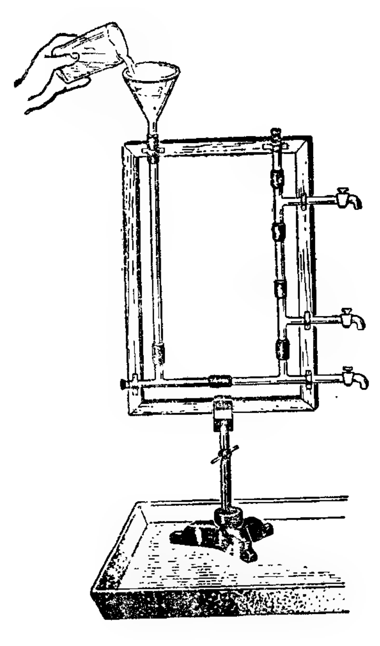


Рис. 18-13.

Если представляется возможность, то проводят экскурсию на водопроводную станцию.

Во вступительной беседе учитель рассказывает об устройстве водопроводной станции, ее отдельных частей и их назначении. Рассказ свой сопровождает показом плакатов и диапозитивов или проекцией рисунков из учебника [16, рис. 138].

Экскурсию на водопроводную станцию проводят в такой последовательности. Осматривают внешний вид водопроводной станции и расположение водонапорной башни, насосной станции, резервуаров для чистой воды, отстойников, фильтров и водоисточника. Знакомятся со станцией, начиная с водоисточника.

Осматривают водонапорную башню. Обращают внимание учащихся на приборы, определяющие уровень воды, ее расход, давление и температуру.

Очень хорошо, если хотя бы часть школьников сможет подняться в верхнее отделение башни.

Нужно заранее узнать высоту водонапорной башни, ее емкость, расход воды за сутки в разное время года.

На очередном уроке проводят заключительную беседу. Здесь следует сказать о водопроводной сети жилых домов, которую во время экскурсии обычно не удается осмотреть. Это можно сделать, проецируя рисунки и схемы или показывая заранее сделанные плакаты.

По материалам экскурсии может быть выпущена специальная газета, а также проведено занятие физического кружка, на котором ученики выступят с небольшими сообщениями.

Шлюзы. Этот материал дан в учебнике для дополнительного чтения. Поэтому учащимся можно предложить ознакомиться с ним самостоятельно, но не требовать обязательного его знания. В связи с этим вопросом рассказывают о единой Европейской водной системе СССР, о грандиозных стройках и планах строительства гидротехнических сооружений в нашей стране.

Закончить изучение сообщающихся сосудов полезно просмотром кинофильма «Шлюзы». Этот фильм, помимо образовательного, имеет также большое воспитательное значение, так как он возбуждает у школьников чувство законной гордости за свою Родину.

На дом следует рекомендовать выполнение интересных индивидуальных экспериментальных заданий: изготовление из стеклянных и резиновых трубок сообщающихся сосудов и проверку с их помощью горизонтальности линий, поверхности стола, подоконника и т. п.; изготовление модели фонтана и водомерного стекла и т. д. [10, § 59].

Для самостоятельной работы в классе можно использовать материал [1, 10—12; 2, работы 11 и 12; 19, § 23—26].

4. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Первоначальное понятие об атмосферном давлении, а также о способах его измерения учащиеся получают еще в V классе на уроках географии. Поэтому, сравнивая свойства жидкостей и газов, ученики могут самостоятельно объяснить причину возникновения атмосферного давления. Задача же учителя — углубить имеющиеся у школьников сведения на основе полученных ими знаний о молекулярном строении газов и силе тяжести.

В ознакомительном плане следует рассказать учащимся об изменении атмосферы с высотой, отсутствии атмосферы на Луне и малых планетах, об атмосфере Венеры и исследовании ее с помощью советских автоматических станций.

После такого обзора следует перейти к анализу конкретных опытов и наблюдений.

Воронку затягивают тонкой резиновой пленкой (рис. 18-14) и через трубку откачивают из нее воздух. Перепонка прогибается внутрь. Ученики должны сами объяснить это действием на перепонку атмосферного давления. Нередкое у учащихся бытовое объяснение явления («пленка всасывается») должно быть исправлено.

Показывают, как поднимается вода в стеклянной трубке вслед за поршнем.

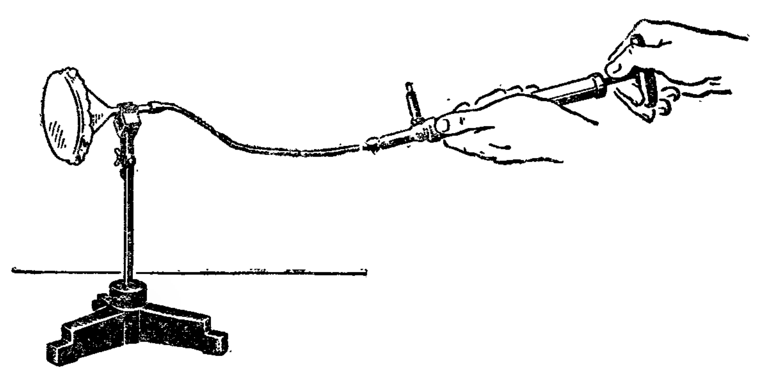


Рис. 18-14.

В связи с этим опытом можно кратко рассказать об истории открытия атмосферного давления и рекомендовать учащимся для дополнительного чтения § 78 учебника.

Повторяют расчет давления жидкости на дно сосуда. Показывают, что рассчитать величину атмосферного давления таким же способом невозможно. Поэтому величину атмосферного давления не рассчитывают, а измеряют с помощью барометров.

После этого показывают кинофрагмент «Опыт Торричелли».

Для того чтобы учащиеся представляли себе наглядно значение атмосферного давления, нужно выразить нормальное атмосферное давление в ньютонах на квадратный сантиметр.

При решении этой задачи рассуждают следующим образом.

Атмосферное давление равно давлению, которое оказывает столб ртути высотой 76 см. Допустим, площадь столба равна 1 см^2. Тогда давление равно весу ртутного столба P.

$$P=9{,}8\,\frac{\text{Н}}{\text{кг}}\cdot m, \qquad m=\rho V,$$

$$V=1\ \text{см}^2\cdot 76\ \text{см}=76\ \text{см}^3,$$

$$m=13{,}6\,\frac{\text{г}}{\text{см}^3}\cdot 76\ \text{см}^3=1034\ \text{г}=1{,}034\ \text{кг},$$

$$P=9{,}8\,\frac{\text{Н}}{\text{кг}}\cdot 1{,}034\ \text{кг}=10{,}13\ \text{Н}.$$

Но вес столба ртути численно равен атмосферному давлению, следовательно, $p\approx 10$ Н/см^2.

Школьники должны знать, что атмосферное давление на уровне моря примерно равно **10 Н/см^2**.

Для закрепления полученных понятий можно показать ряд эффектных опытов, которыми так богата данная тема. В том числе обычно показывают исторические опыты с магдебургскими тарелками (рис. 18-15) и цилиндром Герике (рис. 18-16). Последний опыт можно показать без насоса, предложив ученику вдыхать в себя воздух из цилиндра через чистый конец резиновой трубки. Учащиеся бывают поражены тем, что одним вдохом можно втянуть в цилиндр и поднять тяжелый металлический поршень.

Целый ряд эффектных опытов («наказанное любопытство» (рис. 18-17), яйцо в бутылке и др.) можно показать на вечере занимательной физики [5, § 29].

Барометры. О ртутном барометре достаточно тех сведений, которые учащиеся получили при изучени опыта Торричелли.

Для пояснения устройства и принципа действия анероида можно использовать изготовленную своими силами модель, показанную на рисунке 18-18. Роль мембранной коробки в модели играет герметически запаянная консервная банка *а*. Стрелка *б* укреплена на кронштейне *в* и с помощью тяги соединена с

системой рычагов, связанных с концом пружины *г*, которая припаяна к середине верхней крышки банки. Для демонстрации модель помещают под колокол воздушного насоса.

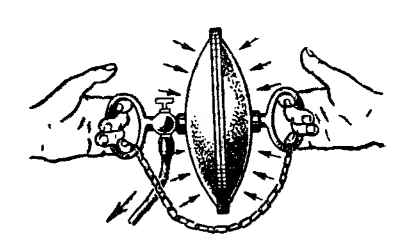


Рис. 18-15.

Следует также иметь большую настенную таблицу, показывающую устройство анероида. Если в кабинете есть барометр, на шкале которого написано: «буря», «дождь», «переменно», «ясно», «великая сушь», указывают, что барометр измеряет только давление воздуха и одно показание барометра не может еще служить фактором для уверенного предсказания погоды. Если в кабинете есть барограф, то следует показать и его как образец самопишущего автоматического прибора.

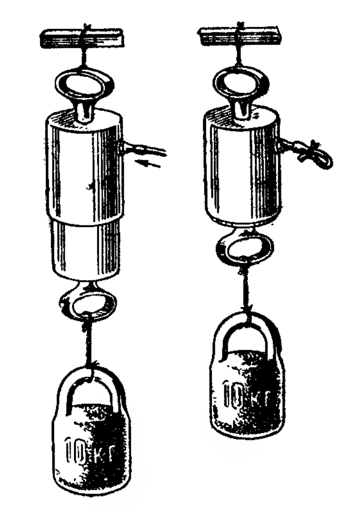


Рис. 18-16.

В физическом кабинете полезно вывесить барометр и приучать учащихся пользоваться им. Показания барометра желательно заносить в тетрадь или на лист бумаги, вывешенный рядом с барометром, а затем по данным наблюдений строить график изменения давления со временем.

Наконец, в данной теме надо рассмотреть вопрос об измене-

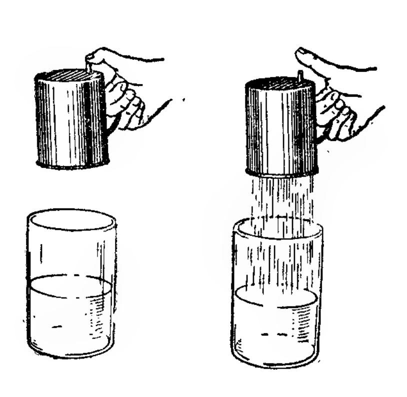


Рис. 18-17.

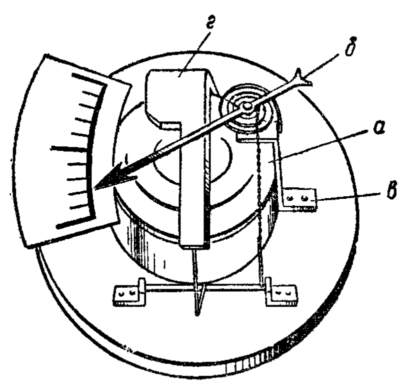


Рис. 18-18.

нии атмосферного давления с высотой, указав на исследования Паскаля, которые послужили толчком к решению задачи определения высоты места по показанию барометра.

Изменение атмосферного давления с высотой можно обнаружить, измерив анероидом давление на различных этажах или, еще лучше, у подножия и на вершине высокого холма.

Для закрепления и углубления полученных понятий полезно решить ряд задач:

1. Приложите ко рту чистый лист бумаги и вдохните в себя. Что происходит при этом с листом и почему?

2. Оцените (примерно) силу, с которой атмосферное давление сжимает магдебургские тарелки, считая, что воздух из них откачан полностью.

При решении этой задачи площадь тарелок (в см^2) лучше сообщить учащимся, чтобы не тратить времени на вычисление площади круга и не отвлекать учеников от физической сущности вопроса. (Учителю надо помнить, что при расчетах принимается во внимание площадь сечения одной, а не двух тарелок.)

3. Вычислите вес воздуха в комнате и силу атмосферного давления, действующего на пол. Равна ли сила атмосферного давления весу воздуха, и если нет, то почему? Изменится ли давление в помещении, если его закрыть герметически, как кабину космического корабля или корпус самолета?

4. Рассчитайте силу атмосферного давления, которая действует на обложку книги. Почему вы не чувствуете этой силы, когда держите книгу в руках?

Для проверки понимания изученного можно провести контрольную работу с перфокартами.

Вопросы	Ответы
1. Изменится ли длина столба ртути в трубке Торричелли, если трубку наклонить, не вынимая ее нижнего конца из чашки со ртутью?	1. Станет короче. 2. Станет длиннее. 3. Не изменится.
2. В барометрической трубке сделано отверстие ниже уровня ртути в ней и закрыто пробкой (рис. 18-19). Что произойдет, если открыть пробку?	1. Ртуть будет выливаться через отверстие. 2. Ртуть выливаться не будет. 3. Будет заходить воздух, а ртуть — опускаться до уровня ртути в чашке.
3. Изменится ли уровень ртути в опыте Торричелли, если диаметр трубки увеличить?	1. Высота ртути увеличится. 2. Высота ртути уменьшится. 3. Высота ртути не изменится.
4. Каким барометром можно измерить атмосферное давление в состоянии невесомости?	1. Только ртутным. 2. Только анероидом. 3. И ртутным, и анероидом.

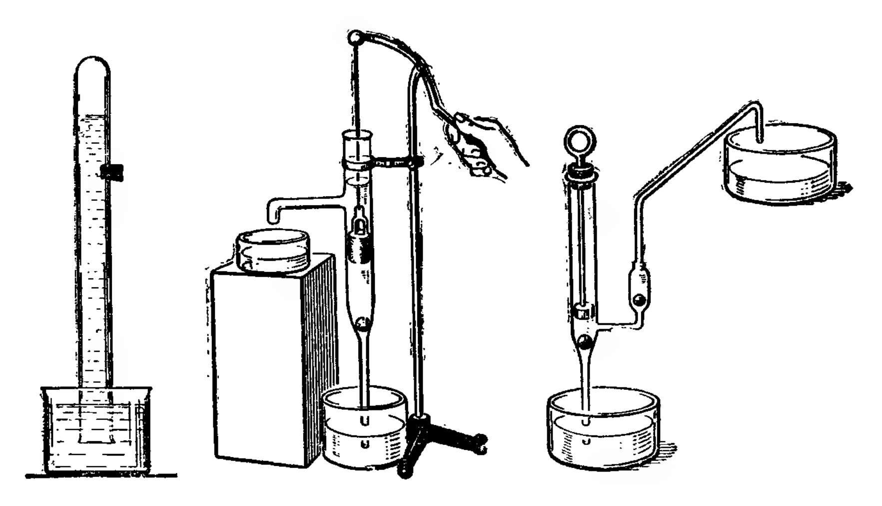


Рис. 18-19. Рис. 18-20.

Насосы. Водяной поршневой насос. Вспоминают и воспроизводят опыт поднятия воды в стеклянной трубке вслед за поршнем и указывают на использование этого явления в водяных насосах. Желательно работу насосов показать на моделях из стекла (рис. 18-20). Можно использовать и прозрачные модели насосов, предназначенные для проекции на экран. Полезно также изготовить рисунки-таблицы насосов с ярко выделенными клапанами. Большое впечатление на учащихся производит демонстрация модели пожарного насоса Главучтехпрома.

Следует указать на применение насосов при устройстве безбашенной водокачки для снабжения водой животноводческих ферм, больниц. Устройство такого водопровода понятно из рисунка 18-21. Насос *а*, приводящийся в движение электродвигателем *б*, нагнетает воду в бак *в* из водоема *д*. В баке есть воздушная подушка, которая по мере поступления воды сжимается и производит давление на воду. При определенном давлении вода поднимается и по магистральной трубе *г* поступает к потребителю.

Воздушные поршневые насосы. При объяснении действия воздушного насоса используют готовый рисунок (плакат) или рисуют его схему на доске, особенно выделяя при этом клапаны.

Целесообразнее сначала изучать насос для накачивания шин, с которым большинство школьников встречалось на практике. Далее перейти к рассмотрению мощных насосов-компрессоров, обеспечивающих продувание воздуха при выплавке металлов, перекачивание по трубопроводам горючего газа, получение сжатого воздуха для пневматических инструментов и машин.

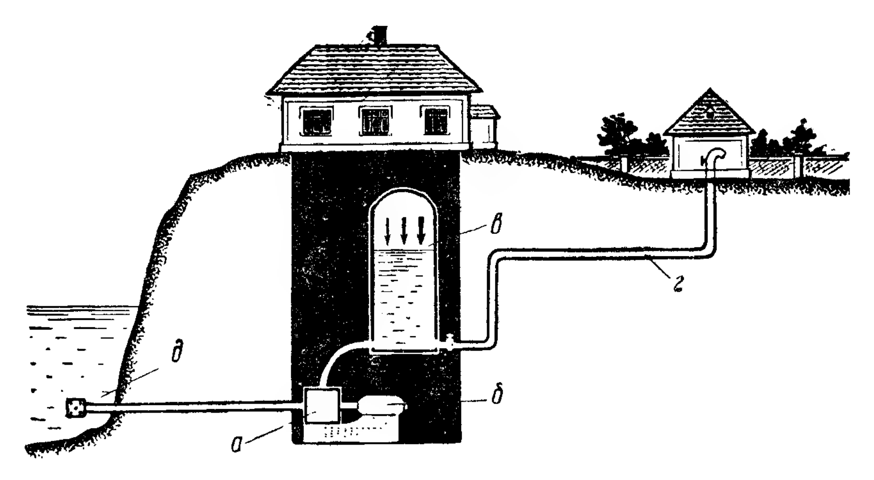


Рис. 18-21.

С работой компрессора знакомят учащихся по таблице (рис. 18-22).

Устройство насоса Комовского можно подробно не разбирать, а только показать ученикам, как им пользоваться, и продемонстрировать ряд опытов с ним.

Манометры. Сначала изучают U-образный открытый жидкостный манометр. С принципом его действия учащиеся кратко были уже ознакомлены при изучении давления внутри жидкости. Теперь можно дополнить, что открытые жидкостные манометры наполняют не только водой, но и ртутью и спиртом в зависимости от измеряемого давления.

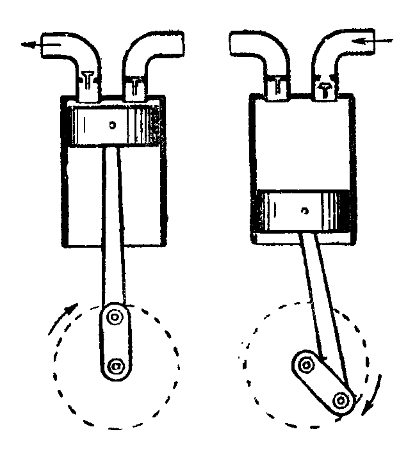


Рис. 18-22.

Так, если водяной и ртутный манометры присоединить к газовой сети, то разность уровней в первом окажется 12—13 см, а во втором всего около 1 см. Чувствительность ртутного манометра для данных измерений явно недостаточна.

Для других измерений водяной манометр может оказаться слишком чувствительным. Так, например, используя ртутный манометр Главучтехпрома, можно показать, что с помощью легких в стеклянной банке можно создать давление на 150—200 мм рт. ст.,

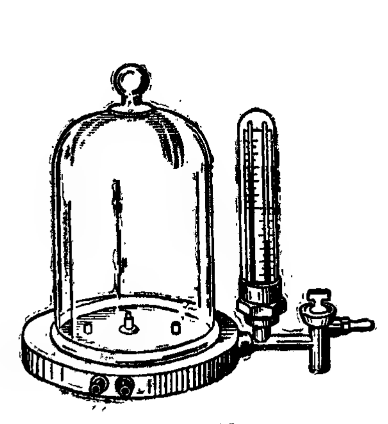


Рис. 18-23.

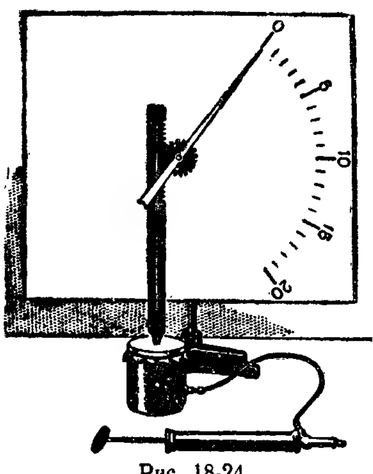


Рис. 18-24.

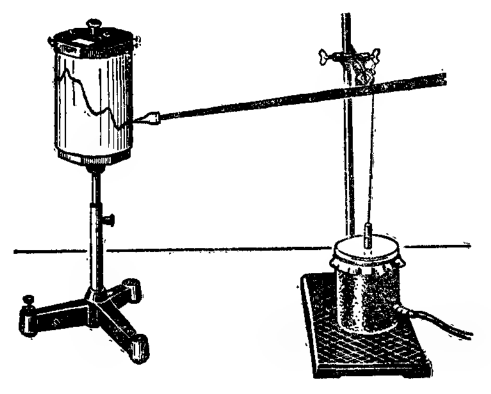
превышающее атмосферное. Вода при таком избыточном давлении выплескивается из манометра.

При изучении материала можно провести фронтальный лабораторный эксперимент по измерению манометром давления жидкости на разной глубине. Открытые манометры нетрудно изготовить своими силами. Вместо капсюля с резиновой перепонкой в воду можно опускать просто конец резиновой трубки, присоединенной к манометру.

Ртутный барометр является одним из видов жидкостных закрытых манометров. Поэтому в ознакомительном плане, если позволит время, можно рассказать о сифонном барометре и его разновидности — укороченном ртутном манометре, установленном на тарелке с колоколом для воздушного насоса (рис. 18-23). Помещая под колокол, например, завязанную резиновую перчатку с небольшим количеством оставшегося в ней воздуха, интересно пронаблюдать, при каком давлении она раздувается.

Из металлических манометров сначала можно познакомить учащихся с манометром мембранным, для этого нетрудно собрать модель, в которой роль мембранной коробки может играть воронка или цилиндр Герике, затянутый резиновой перепонкой. Движение от мембраны к стрелке можно передать с помощью рычага или, что лучше, с помощью зубчатых передач (рис. 18-24). Полезно также ознакомить учащихся с моделью самопишущего манометра (рис. 18-25). При нагнетании или разрежении воздуха в мембранной коробке пленка прогибается и кисточка, прикрепленная к концу стрелки и смоченная чернилами, вычерчивает график изменения давления со временем. Цилиндр с бумагой при этом вращают от руки.

Принцип действия трубчатого манометра можно показать на модели (рис. 18-26). Основная его часть — изогнутая рези-


Рис. 18-25.

новая трубка (сплющенная под горячим утюгом). Для упругости внутрь трубки вставляют проволоку или часовую пружину. Для демонстрации трубку укрепляют на вертикальной панели и соединяют со стрелкой. При нагнетании в трубку воздуха она распрямляется и движет стрелку по шкале.

Нагляден демонстрационный трубчатый манометр Главучтехпрома (рис. 18-27). Желательно также показать в действии технический манометр.

Опыты с воздушными насосами позволяют повторить свойства газов: их значительную сжимаемость, стремление восстановить прежний объем, возрастание давления при уменьшении объема. Эти свойства объясняют на основе молекулярно-кинетических представлений.

В заключение учащиеся узнают о практическом использовании сжатого воздуха в баллонах автомобилей, в тормозном устройстве железнодорожного вагона. Полезно также в ознакомительном плане рассказать о применении сжатого воздуха в пневматических инструментах, пневматической почте, о выталкивании воды из цистерн подводной лодки, о самооткрывающихся дверях вагонов.

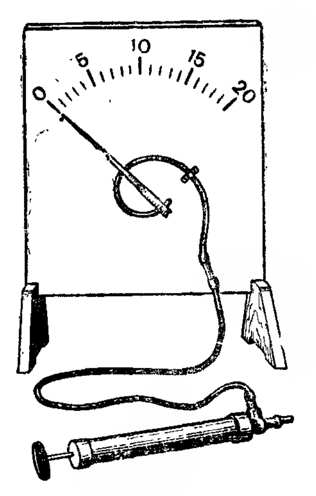


Рис. 18-26.

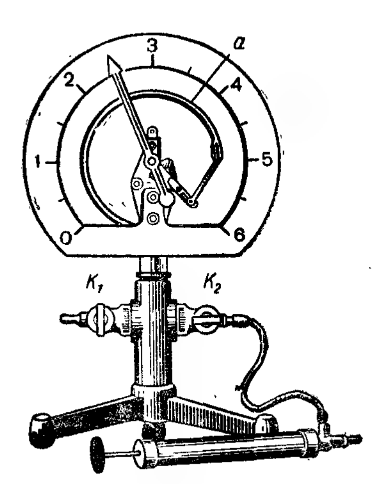


Рис. 18-27.

Вопрос о техническом использовании сжатого воздуха можно рассмотреть также на занятиях физического кружка.

Для самостоятельного решения учащимся дают задачи [1, 13; 2, работа 13].

По теме проводят контрольную работу [2, работа 14].

5. АРХИМЕДОВА СИЛА

Приступая к изучению архимедовой силы, полезно иметь в виду следующее. Существует ряд формулировок архимедовой силы. Приведем и проанализируем наиболее распространенные из них.

«Тело, погруженное в жидкость, теряет в своем весе столько, сколько весит жидкость в объеме тела»[1].

«На тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, направленная вертикально вверх и равная весу жидкости, вытесненной телом»[2].

«Тело, погруженное в жидкость (или газ), выталкивается кверху с силой, равной весу вытесненной им жидкости (или газа)» [16, с. 141].

Основной недостаток первой формулировки состоит в том, что требует особого пояснения понятие «потеря в весе». Кроме того, в этой (так же, как и в следующей) формулировке говорится об архимедовой силе только применительно к жидкостям.

Вторая и третья формулировки требуют дополнительных пояснений понятия «жидкость, вытесненная телом» и при буквальном понимании данных слов могут привести к ошибке. Например, вес тела, плавающего в сосуде, может быть во много раз больше не только «вытесненной» им, но и всей вообще жидкости, налитой в сосуд, если зазор между стенками сосуда и телом невелик. Кроме того, замечено, что понятие «вытесненная жидкость» плохо воспринимается учащимися, когда речь идет о плавании судов, поскольку здесь неясно, где эта «вытесненная жидкость».

Во всех приведенных формулировках описывается случай, когда тело целиком погружено в жидкость или газ. Это нередко затрудняет применение данных формулировок, например когда рассматривают плавание тел.

Поэтому в формулировке архимедовой силы должны быть четко выделены следующие моменты: архимедова сила действует на тела и в жидкости, и в газе; сила направлена вверх; сила равна весу жидкости или газа в объеме тела, если оно погружено целиком; сила равна весу жидкости или газа в объеме погруженной части тела, если тело погружено в них частично.

---

[1] Цингер А. Начальная физика. М.—Л., 1929.

[2] Перышкин А. В. и др. Физика. Учебник для VI класса. М., 1960, с. 103.

Поэтому желательнее более общая формулировка, например: «Тело, погруженное в жидкость или газ, выталкивается вертикально вверх с силой, равной весу жидкости или газа в объеме тела (или его погруженной части)».

Учитель должен помнить, что на жидкость или газ в соответствии с третьим законом Ньютона действует такая же по значению сила, как и на тело, но направленная в противоположную сторону. Этот факт полезно рассмотреть при решении ряда задач, так же как и вопрос об отсутствии выталкивающей силы в состоянии невесомости.

При изучении архимедовой силы возможны два основных подхода: 1) архимедову силу устанавливают с помощью опытов и затем объясняют теоретически на основе закона Паскаля и весового давления жидкости; 2) архимедову силу выводят теоретически и потом подтверждают с помощью эксперимента.

Второй способ изложения материала труднее, поэтому в ряде случаев можно использовать первый или некоторый средний путь: использование жизненного опыта учащихся для постановки проблемы; обнаружение выталкивающей силы на опыте; качественное объяснение на основе весового давления и закона Паскаля существования выталкивающей силы; установление значения архимедовой силы на опыте; решение задач. Теоретический же вывод архимедовой силы можно дать при решении задач или повторении материала.

Наконец, заслуживает внимания вопрос об исторических сведениях при изучении данного материала. Многие учителя в начале урока, посвященного архимедовой силе, заинтересовывают учащихся ярким рассказом об Архимеде — этом величайшем ученом древности, жизнь которого связана со многими легендами. Рассказ об Архимеде можно поручить и ученикам. Если такого сообщения на уроке не будет, то полезно его сделать на вечере физики, а учащимся рекомендовать чтение дополнительных глав об Архимеде в учебнике или иных пособиях[1].

Рассмотрим предлагаемый способ изучения материала подробнее.

Урок 16. Действие жидкости и газа на погруженное в них тело.

План урока (1-й вариант).

1. Повторение материала о весовом давлении в жидкости и газе.

2. Обнаружение на опыте выталкивающей силы, действующей на тела, погруженные в жидкость или газ (фронтальный эксперимент).

3. Теоретическое обоснование результатов опыта.

---

[1] См.: Веселовский И. Н. Архимед. М., 1957.

4. Установление качественной зависимости выталкивающей силы от объема тела и плотности жидкости или газа.

5. Закрепление материала.

План урока (2-й вариант).

1. Повторение материала о весовом давлении в жидкости и газе.

2. Теоретическое обоснование существования выталкивающей силы.

3. Опытная проверка теоретических выводов (фронтальный эксперимент).

4. Установление качественной зависимости выталкивающей силы от объема тела и плотности жидкости или газа.

5. Закрепление материала.

Возможны и другие варианты урока. Например, вместо или в дополнение к фронтальному эксперименту можно использовать демонстрации. На следующий урок, особенно в классах со средней успеваемостью, может быть перенесен и предпоследний пункт данных планов. Тогда зависимость выталкивающей силы от объема тела и плотности жидкости может быть рассмотрена при решении задач, как это и предусмотрено учебником.

Опишем подробнее первый вариант урока.

Урок начинается с повторения материала о весовом давлении в жидкости и газе. (Этот материал должен быть задан на дом на предыдущем уроке.) Учащимся предлагают несколько вопросов:

1. Как распределяется давление внутри жидкости под действием силы тяжести?

2. Чем объясняется увеличение давления жидкости с глубиной?

3. Как распределяется давление в жидкости на одном и том же уровне?

Вызванные ученики отвечают на эти вопросы. Затем ставят задачу: исследовать, как действует жидкость или газ на погруженные в них тела. Ее решение поможет понять, как и почему плавают или тонут тела, как обеспечивается плавучесть кораблей и полет аэростатов. Далее говорят, что впервые данную задачу поставил и решил великий древнегреческий ученый Архимед.

На каждый ученический стол выдают стакан с водой, динамометр Бакушинского и твердое тело, плотность которого больше плотности воды.

Предлагают ученикам подвесить тело к динамометру, заметить положение указателя динамометра, после чего опустить тело в воду и опять заметить положение указателя.

Учащиеся убеждаются, что на тело, погруженное в жидкость, действует сила, направленная вертикально вверх. Учитель

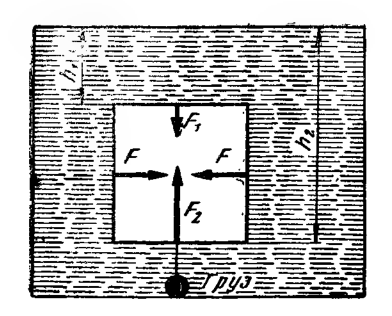


Рис. 18-28.

объявляет тему урока и записывает ее на доске, а ученики в тетради.

Лабораторный эксперимент можно дополнить демонстрацией опыта с телом большого объема (крупная картофелина, свекла), подвешенным к демонстрационному динамометру или пружине (резиновому шнуру). Погрузив тело в воду, обращают внимание класса на сокращение пружины. Вынув тело из воды, показывают, что такое же сокращение пружины можно получить, если снизу подействовать рукой с некоторой силой.

Из опытов делают вывод: на тело, погруженное в жидкость, снизу вверх действует сила, которая выталкивает тело из жидкости.

Далее ставят вопрос: «Как объяснить существование выталкивающей силы?»

Учитель на доске, а учащиеся в тетрадях делают чертеж (рис. 18-28) мысленного опыта. Для большей наглядности можно также показать и модель опыта. Для этого в стеклянный сосуд (аквариум) опускают деревянный брусок с привязанным на нити грузом таким образом, чтобы брусок находился внутри жидкости, не касаясь дна.

По рисунку на доске рассматривают силы, с которыми действует жидкость на погруженное в нее тело, и ставят классу вопросы:

1. Чему равна сила давления жидкости, действующая на верхнюю грань тела?

2. Куда направлена сила давления жидкости, действующая на верхнюю грань тела?

Эту силу изображают на чертеже стрелкой F_1.

Аналогично выясняют, что сила давления жидкости F_2 на нижнюю грань направлена снизу вверх.

3. Какая сила давления жидкости больше, F_1 или F_2, и почему?

О т в е т. Сила давления жидкости $F_2 > F_1$, так как площади граней одинаковы, а давление на нижнюю грань больше, поскольку она находится на большей глубине:

$$p_2 = 9{,}8\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \rho h_2, \quad \text{а}\ p_1 = 9{,}8\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \rho h_1; \quad h_2 > h_1,$$

следовательно, $p_2 > p_1$.

4. Жидкость производит давление на тело не только снизу и сверху, но и с боков. Почему же тело не перемещается вправо или влево?

Ответ. Силы давления на боковые поверхности взаимно уравновешиваются и поэтому не могут переместить тело.

После этого перерезают ножницами нитку, к которой привязан груз, и наблюдают, как вода выталкивает брусок.

Далее ставят задачу обнаружить наличие выталкивающей силы в газе. Желательно, чтобы учащиеся привели примеры, показывающие существование такой силы (полет воздушных шариков, аэростатов). Затем берут стеклянный шар *а*, уравновешенный в воздухе гирькой *б* (рис. 18-29), и помещают его под колокол воздушного насоса. При откачивании воздуха шар, лишенный выталкивающей силы воздуха, опускается.

Делают общий вывод: на тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, направленная вверх.

Далее ставят вопрос: «От чего зависит значение выталкивающей силы?»

Эту часть урока можно провести двумя путями.

1. Учитель проводит демонстрации опытов.

К концам равноплечего рычага или к коромыслу весов учитель подвешивает два тела одинаковой массы, но разного объема (картофелина или свекла и металлическая гиря) и ставит вопрос: «Сохранится ли равновесие, если тела опустить в воду (рис. 18-30)?» Ответы проверяют опытом: тела опускают в воду, конец рычага с телом большего объема поднимается. Следовательно, выталкивающая сила жидкости тем больше, чем больше объем тела.

К концам того же рычага подвешивают два тела равной массы и одинакового объема. Ставят вопрос: «Сохранится ли равновесие, если одно тело опустить в воду, а другое в керосин (или крепкий раствор поваренной соли)?» На основе опыта заключают, что выталкивающая сила тем больше, чем больше плотность жидкости, в которую погружается тело.

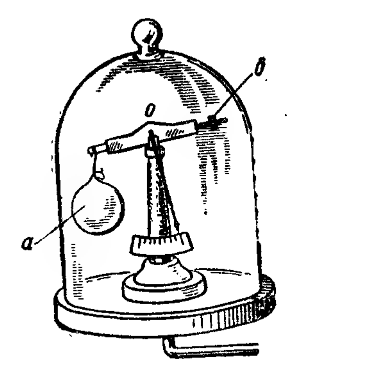




Рис. 18-29.

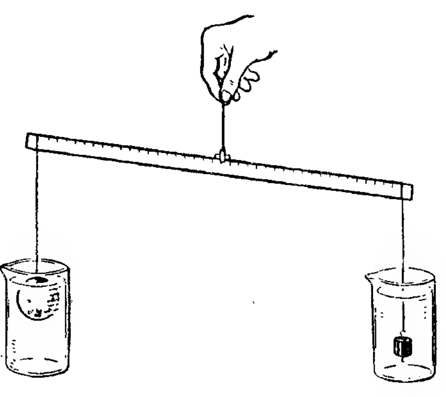


Рис. 18-30.

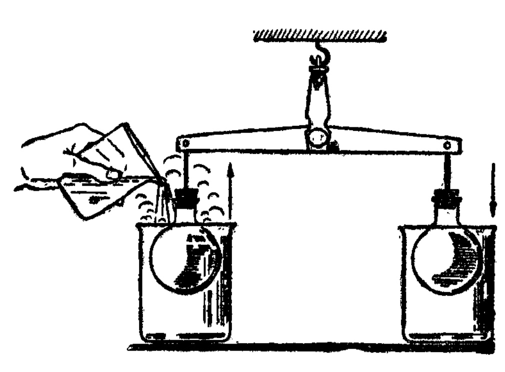


Рис. 18-31.

В целях обнаружения аналогичной зависимости для газов показывают опыт с двумя подвешенными к чашкам весов колбами, одну из которых помещают в сосуд с парами эфира. Равновесие нарушается (рис. 18-31).

Следовательно, выталкивающая сила газа, так же как и жидкости, зависит от плотности газа.

Делают общий вывод: на тела, погруженные в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, направленная вертикально вверх; значение выталкивающей силы жидкости или газа зависит от объема погруженного в жидкость или газ тела и плотности жидкости или газа.

2. Зависимость выталкивающей силы от объема тела и плотности жидкости можно установить лабораторным опытом.

На столы одних учащихся выдают сосуды с водой, динамометры и по два тела равной массы, но различного объема, на столы других — стаканы с водой, сосуды с раствором поваренной соли, динамометры и твердые тела. Предлагают учащимся найти величины выталкивающих сил и записать результаты в тетради.

Если останется время, то закрепление материала проводят по вопросам, данным в конце § 79 учебника. Этот же параграф задают учащимся на дом.

Урок 17. Архимедова сила для жидкостей и газов.

План урока.

1. Проверка усвоения материала предыдущего урока: а) действие жидкости и газа на погруженное в них тело; б) зависимость выталкивающей силы от объема погруженного тела и плотности жидкости и газа.

2. Определение на опыте выталкивающей силы, действующей на тела, полностью или частично погруженные в жидкость.

3. Формулировка архимедовой силы для жидкости и газа.

4. Рассказ об Архимеде.

5. Закрепление: решение задач.

Урок начинают с проверки выполнения учащимися домашнего задания. Предлагают:

1) объяснить возникновение выталкивающей силы в жидкости. Вызванный ученик делает чертеж, подобный изображен-

ному на рисунке 18-28, и объясняет действие жидкости на погруженное в нее тело, показывает опыт;

2) рассказать и показать на опытах (рис. 18-30), от чего зависит выталкивающая сила;

3) рассказать об опытах, показывающих действие выталкивающей силы в газах.

Учитель обобщает ответы учащихся и обращает их внимание на то, что для практики необходимо уметь рассчитывать выталкивающую силу. Значение силы, с которой жидкость или газ выталкивает погруженные в них тела, была установлена древнегреческим ученым Архимедом и поэтому ее называют архимедовой силой.

Объявляют тему урока и записывают ее на доске, а учащиеся в тетрадях.

Ставят опыт с ведерком Архимеда (рис. 18-32). Обращают внимание учащихся на то, что объем цилиндра равен емкости ведерка. Подвешивают к пружине в разобранном виде ведерко Архимеда и устанавливают указатели на штативе и пружине друг против друга. Подносят стакан с водой под цилиндр и опускают в нее цилиндр. Во время демонстрации учитель обращается к классу с вопросами.

1. Почему сократилась пружина при погружении цилиндра в воду?

Ответ. На цилиндр подействовала выталкивающая сила воды, направленная вверх.

2. Что нужно сделать, чтобы пружина заняла первоначальное положение?

Ответ. Увеличить вес ведерка.

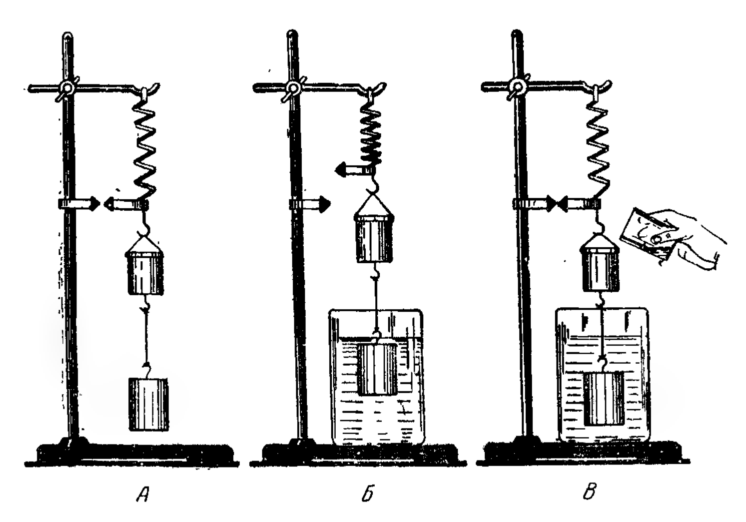
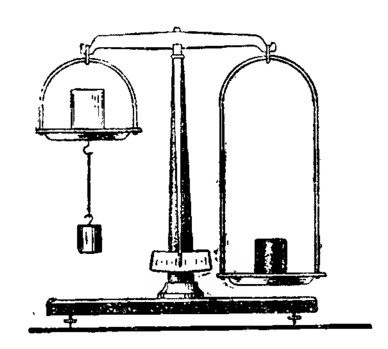


Рис. 18-32.



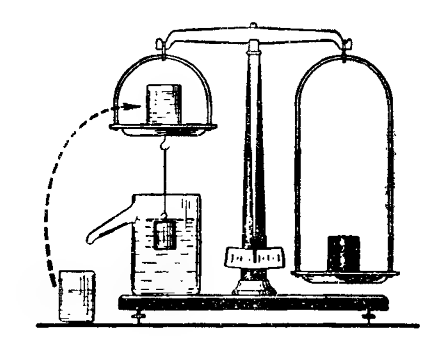


Рис. 18-33.

3. А как это можно сделать?

Ответ. Положить в ведерко груз или налить воды.

Учитель наливает воду и обращает внимание на то, что пружина заняла первоначальное положение. Вес налитой в ведерко воды оказывается равным выталкивающей силе. Следовательно, выталкивающая сила равна весу воды в объеме погруженного тела.

Если в кабинете нет ведерка Архимеда, то опыт может быть поставлен на технических весах (рис. 18-33).

Желательно повторить опыт с другой жидкостью (раствор соли, керосин).

Далее учащимся говорят, что если проделать подобные опыты с телами, погруженными в газы, результат будет таким же, как и для жидкостей: сила, выталкивающая тело из газа, равна весу газа в объеме погруженного тела.

Затем рассматривают случай, когда тело погружается в жидкость частично. Для этого повторяют опыт с ведерком Архимеда, погружая цилиндр в воду только наполовину. И в этом случае выталкивающая сила оказывается равной весу воды в объеме погруженной части тела.

На основании опытов дают формулировку архимедовой силы, приведенную на странице 250, и записывают ее формулу:

$$F_А = 9{,}8\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \rho_ж V_т,$$

где $\rho_ж$ — плотность жидкости, а $V_т$ — объем погруженной части тела.

Рассказ об Архимеде могут сделать 2—3 ученика.

Для закрепления материала решают несколько задач:

1. На концах коромысла весов подвешены свинцовые шарики. Если один из шариков опущен в сосуд с водой, а другой — в стакан с керосином, то весы находятся в равновесии. Какой из шариков перетянет и почему, если сосуды с жидкостями убрать? Решение проверьте опытом.

2. С какой силой будет выталкиваться тело объемом 10 см^3 из воды, керосина, ртути?

3. Какую силу и как нужно приложить, чтобы удержать в воде кусок гранита объемом 40 дм^3 и сухое березовое полено таких же размеров?

4. Будет ли действовать выталкивающая сила в состоянии невесомости?

6. ПЛАВАНИЕ ТЕЛ В ЖИДКОСТИ

С целью активизации мышления учащихся следует прежде всего четко определить проблему, которая должна быть решена. Для этого можно, например, опустить в аквариум или стеклянный большой сосуд три тела, одно из которых тонет, другое плавает, а третье всплывает, и поставить перед школьниками вопрос: «Почему одни тела в жидкости тонут, другие плавают, а третьи всплывают?» В сильных по успеваемости классах условие плавания тел в жидкости можно вывести теоретически как результат действия двух противоположно направленных сил: силы тяжести и выталкивающей силы, а затем вывод подтвердить опытом, поставив лабораторную работу на тему «Выяснение условия плавания тела в жидкости». Для работы необходимо иметь пробирки с пробками (вместо пробирок можно использовать бутылочки) и дробь или сухой песок, которые используют в качестве балласта.

Изучение условий плавания тела можно провести и по-другому. Вначале проводят 20—25-минутную лабораторную работу, из которой учащиеся устанавливают, при каких условиях тело плавает, тонет и всплывает. Затем проводят беседу, обращая особое внимание на случай, когда сила, выталкивающая тело из жидкости, направленная вертикально вверх, больше силы, направленной вниз. Всплывающее тело достигает поверхности жидкости. При дальнейшем перемещении его вверх выталкивающая сила начнет уменьшаться, так как уменьшается объем погруженной в жидкость части тела. Тело приходит в равновесие, когда выталкивающая сила, равная весу жидкости в объеме погруженной части тела, станет равной действующей на тело силе тяжести.

Полезно решить экспериментальные задачи:

1. Внешне одинаковые (окрашенные) деревянный и пробковый бруски равных размеров помещают в аквариум с водой. Укажите, какой из плавающих брусков деревянный и какой пробковый. Ответ обоснуйте.

2. Используя масштабную линейку, определите подъемную силу деревянного бруска известной плотности. Решение проверьте на опыте.

Большой интерес у школьников вызывает опыт с картезианским водолазом (рис. 18-34). Вместо пробирки с водой можно также показать фигурку «водолаза» или «рыбки», плавающих в высоком цилиндрическом сосуде. Для этого на маленькую

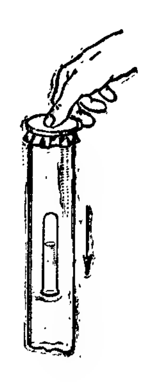


Рис. 18-34.

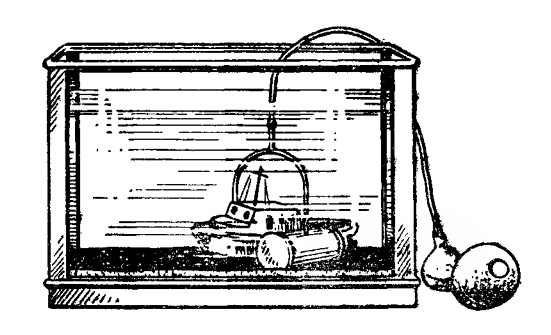


Рис. 18-35.

пробирку наносят парафин или воск, придавая ей форму человека или рыбки.

Подъем «затонувшего» судна можно показать, используя модель следующего устройства. Берут запаянные наглухо высокие консервные банки (рис. 18-35). Внизу банок делают отверстия, а сверху впаивают газоотводные трубки, которые соединяют с тройником. «Судно» выполняют из дерева и утяжеляют железом так, чтобы оно тонуло. Привязав «судно» к «понтонам», сначала ему дают затонуть, выпуская из «понтонов» воздух наружу. Затем трубку соединяют с грушей или насосом и накачивают воздух. «Понтоны» освобождаются от воды и всплывают, поднимая «судно».

Все это очень хорошо показано в фильме «Условия плавания тел», который следует продемонстрировать на уроке, объяснив учащимся, что такое ватерлиния, грузоподъемность судов, обратив внимание на различную осадку судов в морской и речной воде.

Можно воспользоваться и кинофрагментами: «Погружение подводной лодки», «Подъем подводной лодки», «Подъем затонувшего судна»; использовать таблицу «Подводная лодка».

Ареометры. Этот материал в учебнике дан для дополнительного чтения. Если учитель сочтет возможным рассмотрение его в классе, можно предложить ему следующий план урока.

Вначале устанавливают, что степень погружения одного и того же тела, например деревянного бруска или пробирки с песком, в различные жидкости неодинакова и зависит от их плотности. Затем обращают внимание на то, что глубина погружения тела в одну и ту же жидкость не должна меняться в различных местах Земли, на разных высотах или даже планетах, так как выталкивающая сила жидкости и сила тяжести плавающего тела будет во всех случаях изменяться в равной мере, подобно тому как это бывает с гирями и телами при взвешивании на рычажных весах в разных местах Земли.

После этого можно поставить лабораторную работу с целью показа учащимся принципа действия и градуировки ареометра.

Оборудование работы: сосуды с водой, насыщенным раствором поваренной соли, керосином и пробирка с соответствующим количеством песка (подобрать заранее), закрытая пробкой. Внутрь пробирки вложена трубочка из миллиметровой бумаги.

Учащиеся поочередно опускают пробирку в сосуд с водой и керосином и замечают глубину ее погружения. Зная плотность каждой жидкости, изготавливают шкалу модели ареометра. Затем школьникам раздают ареометры фабричного изготовления, которыми они измеряют плотность жидкостей и этим проверяют правильность градуировки моделей ареометров.

Для закрепления материала о плавании тел решают задачи следующего типа:

1. На столе имеются металлическая коробка, весы, разновес, линейка, аквариум с водой. Рассчитайте, будет ли плавать коробка, если опустить ее на воду. Ответ проверьте на опыте.

2. В сосуде с водой плавает чашка. Как изменится уровень воды в сосуде, если, наклонив чашку, потопить ее в воде? Ответ проверьте на опыте.

3. Для очистки семян ржи от рожков спорыньи их погружают в 20-процентный раствор поваренной соли. Рожки всплывают, а рожь остается на дне. Почему для очистки берут соляной раствор, а не чистую воду?

4. Подводная лодка, опустившись на мягкий грунт (илистое дно), иногда с трудом отрывается от него. Как это объяснить?

Полезно провести контрольную кратковременную работу с перфокартами. Содержание ее может быть таким.

Вопросы	Ответы
1. Тело, находящееся внутри воды, выталкивается с силой 2 Н. С какой силой это тело будет выталкиваться керосином, плотность которого 0,8 г/см³?	1. 2 Н. 2. 1,6 Н. 3. 0,4 Н.
2. К чашкам весов подвешены на нитях два одинаковых по объему тела: одно — из меди, а другое — из алюминия. Весы уравновешены. Нарушится ли и как равновесие, если тела опустить в воду?	1. Перетянет чашка с медным телом. 2. Перетянет чашка с алюминиевым телом. 3. Равновесие не нарушится.
3. На крюке динамометра висит ведро. Изменится ли и как показание динамометра, если это ведро наполнить водой и погрузить в воду?	1. Не изменится. 2. Показание динамометра увеличится. 3. Показание динамометра уменьшится.

4. Бутылка, наполненная водой, в воде тонет. Утонет ли бутылка, наполненная ртутью, в ртути?	1. Будет плавать, так как плотность стекла меньше плотности ртути. 2. Утонет, так как бутылка наполнена ртутью. 3. Утонет, так как бутылка, наполненная водой, в воде тонет.
5. Свинцовое и алюминиевое тела равной массы подвешены к динамометрам. Как изменятся показания динамометров, если эти тела опустить в воду?	1. Показания динамометров изменятся одинаково. 2. Показание динамометра с алюминиевым телом изменится на бóльшую величину, чем со свинцовым. 3. Показание динамометра со свинцовым телом изменится на большую величину, чем с алюминиевым.

7. ВОЗДУХОПЛАВАНИЕ

Этот вопрос учащимся предлагают изучить самостоятельно. В учебнике материал по этой теме дан для дополнительного чтения.

После работы с учебником полезно продемонстрировать кинофильм «Воздухоплавание», провести беседу по содержанию фильма.

К уроку можно подготовить 1—2 учеников, которые в течение 5—7 минут расскажут о воздухоплавании, покажут с помощью эпидиаскопа подобранные ими иллюстрации и ряд опытов.

1. Бумажный колпак уравновешивают гирькой, которая подвешена на нити, перекинутой через блок (рис. 18-36). Под колпак подносят зажженную спиртовку или бумагу.

Затем нагреватель убирают и, отпустив колпак, дают ему возможность подняться вверх.

2. Наполняют стеклянный сосуд достаточных размеров парами эфира, а сверху пускают плавать крупные мыльные пузыри. Одновременно пускают 1—2 пузыря в стороне от сосуда и показывают, что в воздухе они опускаются вниз. Пары эфира можно заменить углекислым газом (рис. 18-37).

3. Показывают также подъем мыльных пузырей, наполненных водородом или светильным газом.

По теме могут быть решены задачи, например:

1. Знаменитый древнегреческий ученый Аристотель взвешивал кожаный мешок без воздуха и наполнив его воздухом. Обнаружив одинаковый вес, Аристотель сделал вывод, что воздух невесом. Докажите, что вывод Аристотеля неверен.

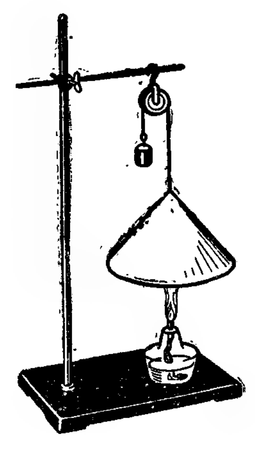


Рис. 18-36.

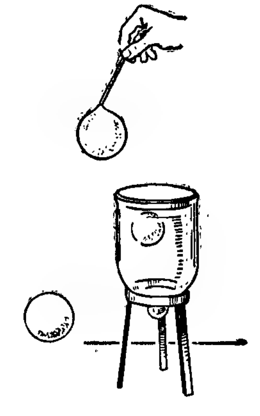


Рис. 18-37.

2. Ученик, решив повторить опыт Аристотеля, взвесил футбольный мяч сначала без воздуха, а затем с воздухом, накачав его насосом. Во втором случае мяч весил больше. Почему мальчик получил иной результат, чем Аристотель?

3. Какой груз может поднять детский шар объемом 3 дм^3, если масса его вместе с наполняющим его газом равна 3,5 г?

4. Во время Великой Отечественной войны для защиты Москвы от налетов вражеских самолетов применяли аэростаты заграждения, привязанные на тонких стальных тросах, наткнувшись на которые, гибли фашистские самолеты. Рассчитайте массу троса, который может поднять аэростат объемом 1000 м^3, наполненный водородом, если масса его оболочки 200 кг.

По данной теме может быть проведена интересная внеклассная работа: вечера на темы: «Из истории воздухоплавания», «Архимедова сила на службе человека»; вечер занимательных опытов; изготовление приборов; выпуск тематических газет и бюллетеней (гл. 13, *3*); экскурсии.

Тему завершают контрольной работой [7, работа II]. В каждый из вариантов данной работы можно включить, помимо двух задач, дополнительные вопросы или экспериментальные задания, например по определению с помощью барометра атмосферного давления.

ГЛАВА 19

РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ЭНЕРГИЯ

Понятие работы и энергии наряду с понятиями движения и силы относятся к важнейшим в физике. Возникнув в науке в XIX в., они, как и другие фундаментальные понятия, непрерыв-

но развиваются. Впервые термин «работа» в его современном понимании был введен в механику в двадцатых годах XIX столетия французским ученым Понселе. Понятие же об энергии окончательно сформировалось в науке лишь в середине XIX в.

Понятия работы и энергии развивались в тесной связи между собой. Связь этих понятий настолько велика, что иногда допускают путаницу их признаков и тем самым замыкают логический круг в их определении: работу определяют через энергию, а энергию — через работу. В ряде учебных пособий работу определяют как меру превращения одной формы энергии в другую, а энергию — как «запас работы, которую может совершить тело», как «работоспособность» тела[1] или как способность тела или системы тел совершать работы при переходе из одного состояния в другое.

Такие определения затрудняют усвоение сущности понятий. Устранение нечеткости в данном случае может быть достигнуто лишь при условии, если будут выявлены общие точки соприкосновения понятий и осуществлено четкое разграничение признаков, существенных для каждого из них.

Энергия — это общая мера движения материи при всех его превращениях из одного вида в другой. Введение понятия энергии позволило осуществить количественное сравнение различных форм движения материи и доказать неуничтожимость движения.

Понятие работы было введено для обозначения процесса превращения одного вида движения в другой и количественного измерения этого превращения. Эта особенность понятия четко выражена в определении, данном Энгельсом, согласно которому «работа — это изменение формы движения, рассматриваемое с его количественной стороны»[2].

Определение работы, данное Энгельсом, точно раскрывает содержание понятия, оно и в настоящее время полностью сохранило свое значение. Во времена Энгельса были хорошо изучены процессы превращения механического движения макротел в тепловое движение микрочастиц и обратные превращения — теплового движения частиц в механическое движение макротел. Этот процесс был назван механической работой. Уже в то время изучались также процессы превращения энергии в электрических цепях при прохождении по ним тока, которые назвали работой электрического тока.

Дальнейшее развитие физики привело к открытию других превращений форм движения материи. Все они охватываются понятием «работа». Так появилась «работа выхода» и другие виды работы. Таким образом, по мере развития физики происходит конкретизация и обобщение понятия работы.

---

[1] См.: Китайгородский А. И. Введение в физику. М., 1959, с. 46.
[2] Энгельс Ф. Диалектика природы. М., 1969, с. 78.

Аналогичный процесс происходит и с понятием энергии.

Раскрытие перед учащимися понятий работы и энергии имеет важное методологическое значение, так как способствует формированию у них диалектико-материалистического мировоззрения и играет важную роль в осуществлении политехнического образования.

С термином «работа» учащиеся встречаются еще до изучения физики в школе и оперируют им в повседневной жизни. Однако научное содержание понятия до изучения физики им остается совершенно неясным.

В формировании данного понятия в курсе физики первой ступени (VI—VII классы) можно выделить три основных этапа.

На первом этапе формируют понятие механической работы: выясняют условия, при которых совершается механическая работа. Но здесь еще не представляется возможным показать, что сущностью процесса работы является превращение одного вида движения материи в другой, так как учащиеся знакомы только с механическим движением.

На втором этапе развития понятия ставят задачу показать учащимся, что в процессе механической работы происходит преобразование механического движения макротел в тепловое движение частиц. При обратном процессе беспорядочное тепловое движение частиц, например нагретого пара, превращается в упорядоченное движение макротел, например поршня в цилиндре двигателя внутреннего сгорания или рабочего колеса паровой турбины.

На третьем этапе развития понятия учащиеся знакомятся с работой электрического тока.

Планирование темы дано в главе 14.

1. РАБОТА И МОЩНОСТЬ

Под работой в повседневной жизни понимают различные виды трудовой деятельности людей (физическая, умственная, творческая работа). В физике же этот термин имеет другое значение: им обозначают физическую величину, связанную с действием сил.

Под действием сил, как уже известно учащимся, изменяется скорость движения тел, происходит их деформация. Мускульная сила руки может сжать пружину, поднять гирю, переместить по столу брусок. Говорят, что во всех этих случаях совершается механическая работа.

Разбирая эти и подобные им примеры, устанавливают, что механическая работа всегда связана с действием силы и перемещением тела под действием этой силы.

В том случае, когда нет перемещения тела или нет действующей силы, механическая работа не совершается. Гиря давит на подставку, сжатый воздух в баллоне давит на стенки. В этих

случаях действуют силы, но нет перемещений, и поэтому не совершается механическая работа.

Используя знания учащимися инерции, сообщают, что если на тело не действуют другие тела и оно движется по инерции, то при этом не совершается механическая работа, так как в этом случае есть перемещение, но нет действующей силы.

Понятие работы конкретизируют затем примерами совершения работы по преодолению силы упругости (растяжение, сжатие, закручивание пружины), силы сопротивления материала разрушению (пилка дров, обработка почвы, работа напильником, рубанком, стамеской).

Далее на ряде конкретных примеров с числовыми данными устанавливают зависимость работы от силы и от расстояния, на котором действовала эта сила.

К доске вызывают двух учеников. Одному из них предлагают поднять с пола на стол гирю 1 кг, другому — 5 кг. На вопрос «Кто совершил большую работу?» ученики на основе жизненного опыта дают правильный ответ. Затем один из учеников поднимает гирю 5 кг на высоту 20 см, а второй поднимает ту же гирю на высоту 1 м. Вопрос «Кто совершил большую работу?» также не вызывает затруднений у школьников.

Делают вывод: работа зависит и от действующей силы, и от пути, на котором она действует. Сообщают, что работа измеряется произведением силы на путь, на котором действует эта сила.

$$\text{Работа} = \text{сила} \times \text{путь, или } A = Fs.$$

В том случае, когда направление силы совпадает с направлением перемещения точки приложения силы, в физике принято считать механическую работу положительной. Если же направление перемещения противоположно направлению силы, тогда работу этой силы считают отрицательной. В VI классе понятие об отрицательной работе не вводят. Поэтому нужно обратить внимание учеников на то, что в формуле $A = Fs$ s — это путь, пройденный по направлению силы.

Полученную формулу следует проанализировать, показав, что:

$$\text{при } F \neq 0 \quad \text{и } s \neq 0 \quad A \neq 0;$$
$$\text{при } F = 0, \quad \text{но } s \neq 0 \quad A = 0$$

(например, при движении по инерции);

$$\text{при } s = 0, \quad \text{но } F \neq 0 \quad A = 0$$

(например, тела, лежащие на столе, производят давление на стол, но работы не совершают).

Затем вводят единицу работы 1 Дж $= 1$ Н$\cdot$1 м.

Для создания наглядных образов поясняют, что 1 Дж — это примерно работа, которую нужно совершить для равномерного подъема тела массой 100 г на высоту 1 м.

Полученные знания закрепляют решением следующих задач:

1. Экскаватор поднимает ковшом грунт на высоту 4 м. Сила тяжести, действующая на грунт, 12 000 Н. Какая работа при этом совершается?

2. Какую работу совершает трактор при вспашке 1 га, если ширина захвата плуга 1,2 м, а сила тяги его 15 000 Н?

При решении этой задачи учащимся сначала показывают, что весь пройденный трактором путь при вспашке 1 га равен 8300 м. Затем, перемножая силу тяги 15 000 Н на путь, на котором действовала эта сила, вычисляют работу: $A \approx 120\,000$ кДж.

3. Подъемный кран поднимает бетонную плиту длиной 3 м, шириной 1 м и толщиной 0,1 м на высоту 10 м. Найти работу, совершаемую при подъеме плиты. Плотность бетона 2400 кг/м³.

Обычно учащиеся решают задачу синтетическим методом: вычисляют объем плиты ($V=3$ м$\times$1 м$\times$0,1 м$=$0,3 м³), затем ее массу ($m=\rho V=2400\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\cdot 0{,}3\ \text{м}^3=720$ кг), а по массе — силу тяжести ($F=9{,}8\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}}\cdot 720\ \text{кг}\approx 7060$ Н). Перемножая подъемную силу F на путь, пройденный плитой, определяют работу ($A=$ $=Fs\approx 7060$ Н$\cdot$10 м$=$70 600 Дж$=$70,6 кДж).

На примере подобных задач следует приучать учащихся пользоваться и аналитическим методом решения задач.

В общем случае на тело действует несколько сил. У учащихся вызывает затруднение выбор силы. При вычислении работы они нередко берут не ту силу, которая действует в направлении движения, а какую-нибудь другую и ее умножают на расстояние, пройденное движущимся телом. Обычно в качестве такой силы выбирают силу, которая более наглядно представлена в условии задачи. Это учителю нужно иметь в виду.

Особое внимание необходимо уделить задачам на расчет работы по преодолению сил трения, когда тело перемещается по горизонтальной поверхности. Нередко в этом случае ученики ошибочно принимают в расчет не силу тяги, равную силе трения при равномерном перемещении тела, а силу тяжести тела.

Рассмотрим для примера решение следующей задачи:

Определите работу, совершаемую силой тяги при горизонтальном равномерном перемещении бруска массой 1 кг на расстояние 1 м.

Сначала делают чертеж (рис. 19-1), на котором указывают все силы, действующие на тело: силу тяжести $F_{\text{тяж}}$, реакцию опоры $F_{\text{н}}$, силу тяги $F_{\text{т}}$, которая преодолевает силу трения $F_{\text{тр}}$. Работу по перемещению бруска совершает только сила $F_{\text{т}}$. Измерив эту силу динамометром, а путь — линейкой, рассчитывают работу по формуле $A=F_{\text{т}}s$.

Рассмотрим теперь методику формирования понятия мощности. Это понятие вводят с помощью примеров, показываю-

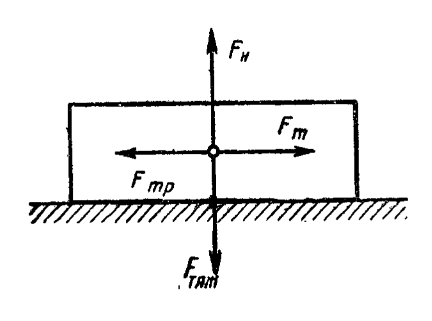


Рис. 19-1.

щих, что люди или различные машины могут выполнять за одно и то же время различную работу.

1. Если два ученика одновременно поднимут с пола и поставят на стол разные грузы, например 1 и 5 Н, то говорят, что второй ученик развил бо́льшую мощность, так как за то же время он выполнил в 5 раз бо́льшую работу.

2. Человек, пользуясь лопатой, за 1 ч может перебросить 4 т зерна, а зернопульт — 30 т и на бо́льшее расстояние. Очевидно, что зернопульт за одно и то же время совершает большую механическую работу.

Таким образом, учащихся подводят к выводу о необходимости введения особой физической величины, называемой мощностью.

Для лучшего уяснения понятия мощности полезно сравнить работу, которую совершает двигатель при различных режимах эксплуатации. Возможная схема установок показана на рисунке 25-1. Учащиеся видят, что двигатель может поднять груз на одну и ту же высоту за разное время. Зная вес груза и измерив высоту, вычисляют совершенную работу. Измеряют время поднятия груза и вычисляют работу, выполненную двигателем за 1 с.

После этого на основе простых числовых примеров вводят формулу мощности: $\text{мощность} = \frac{\text{работа}}{\text{время}}$; $N = \frac{A}{t}$ и единицу мощности:

$$1 \text{ ед. мощности} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ с}} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 1 \text{ Вт}.$$

Сообщают, что в технике используют и более крупные единицы мощности — киловатт (кВт), мегаватт (МВт).

Далее рассматривают интересные примеры из жизни и техники. Двигатель мощностью 1 кВт производит работу, которую могут выполнить лишь 20 человек. Мощность, развиваемая двигателями ракет, выводящих космические корабли на орбиту, достигает 14 млн. кВт. Это в 2,3 раза больше мощности самой мощной электростанции в мире — Красноярской ГЭС.

В связи с изучением мощности проводят лабораторную работу по определению мощности двигателя. Описание работы есть в учебнике.

При решении задач по данной теме может быть выведена формула $N = Fv$, с помощью которой легко определять тяговую мощность тракторов, автомобилей, электровозов.

Приведем примеры нескольких задач:

1. Какую мощность должен развить двигатель самолета для обеспечения подъема самолета на высоту 1 км за 2 мин, если сила тяжести, действующая на самолет, 30 000 Н?

2. Определите мощность, развиваемую трактором при скорости 10 км/ч и тяговом усилии 15 000 Н.

2. ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ

В этой теме используют, обобщают и углубляют понятия силы, работы и мощности. Тема имеет большое значение для политехнического обучения школьников. В ней учащиеся получают первоначальные сведения о рычагах и блоках, которые находят широкое применение в технике и быту. Знания о простых механизмах необходимы ученикам для занятий в учебных мастерских, для работы на пришкольном участке, в повседневной жизни.

При изучении данной темы учащиеся должны хорошо усвоить «золотое правило» механики и научиться применять его на практике. Они должны также понять, что выигрыш в силе или скорости, получаемый с помощью простых механизмов, часто позволяет человеку выполнять такие действия, которые без них оказались бы для него невозможными. Но при этом всегда остается в силе правило: простые механизмы выигрыша в работе не дают.

Относительно методики изучения темы существует несколько точек зрения. Согласно одной из них «золотое правило» механики выводят для всех механизмов теоретически дедуктивным путем на основе равенства работ, как следствие закона сохранения энергии в механических процессах. Согласно другой точке зрения это правило так же, как и равенство работ, устанавливают индуктивным методом на основе проведенных опытов.

Недостаток первого пути заключается в том, что он труден для шестиклассников и порождает известную формальность и абстрактность в знаниях. Кроме того, он требует изучения энергии до знакомства с простыми механизмами. Поэтому в настоящее время возможен только второй путь.

«Золотое правило» механики и равенство работ сначала лучше установить как опытный факт на примере рычага. При этом работу всех механизмов сначала рассматривают без учета трения, а затем с учетом его.

Рычаги. На первом уроке по данной теме учащимся сообщают, что каждая машина имеет ряд взаимодействующих между собой простых механизмов, к числу которых относятся рычаг, блок, ворот и др. Далее дают понятие о рычаге как твердом теле, имеющем ось вращения или точку опоры, вокруг ко-

торой он может вращаться под действием сил. Затем, пользуясь, например, демонстрационным рычагом, показывают, как малой силой можно поднять большой груз. Это всегда заинтересовывает и несколько озадачивает учащихся. Таким образом, создают проблемную ситуацию, которую нужно использовать для того, чтобы поставить перед учащимися цель — изучить действие рычагов.

Затем рассматривают устройство рычага и вводят понятия точки приложения, линии действия и плеча силы. Особое внимание надо уделить формированию понятия плеча силы, так как учащиеся часто ошибочно считают плечом расстояние от точки опоры до точки приложения силы независимо от направления последней.

После этого на демонстрационном рычаге слева подвешивают две одинаковые гири на расстоянии, например, 10 см от оси, а справа — одну такую же гирю на расстоянии 20 см. Аналогичные действия проводят с другим количеством гирь (рис. 19-2), подбирая их так, чтобы отношение числа гирь и длин плеч выражалось простыми кратными числами.

На основе этих опытов делают вывод: рычаг находится в равновесии в том случае, если плечи сил обратно пропорциональны силам:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{F_2}{F_1}.$$

С целью закрепления этого вывода целесообразно решить задачу примерно такого содержания:

Рабочий применяет в качестве рычага шест длиной 5 м для поднятия груза. Груз находится на расстоянии 1,25 м от точки опоры. Сила тяжести рабочего, равная 650 Н, приложена к другому концу шеста. Какой наибольший груз может быть поднят с помощью такого рычага? (Силой тяжести шеста пренебречь.)

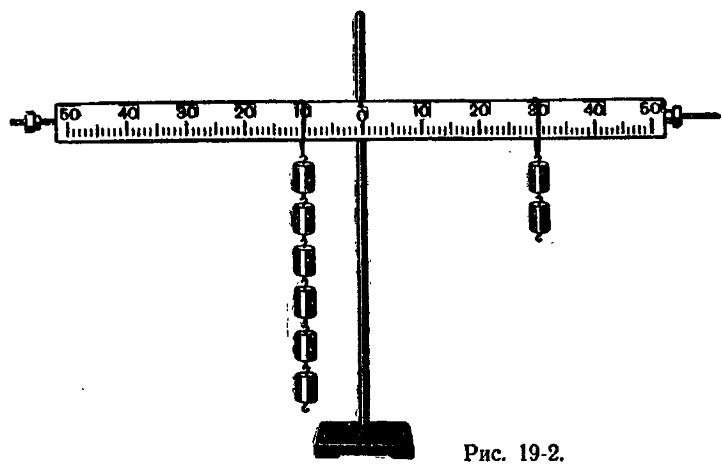


Рис. 19-2.

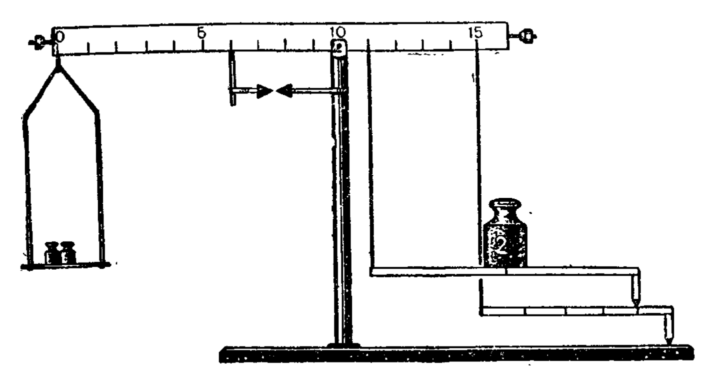


Рис. 19-3.

На следующем уроке проводят лабораторную работу по проверке условия равновесия рычага.

Выполнение работы должно убедить школьников в правильности изученных ранее соотношений между силами и плечами и закрепить у них соответствующие понятия. Чтобы лабораторная работа не была простым повторением демонстрационного опыта, в нее следует включить задания творческого характера: например, рассчитать, а затем проверить, какой нужно взять груз, чтобы при длине плеч 10 и 25 см уравновесить на втором плече гирю 100 г. Оборудование для работы полезно дополнить каким-либо инструментом, в котором использован рычаг (ножницы, гаечный ключ, гвоздодер, отвертку), предложив учащимся найти выигрыш в силе или расстоянии, который он дает. Это задание каждый ученик получает индивидуально.

На следующем уроке рассматривают применение рычагов в технике и быту и решают задачи. Учащимся можно предложить рассмотреть рисунки в учебнике, изображающие устройство подъемного крана, и выяснить назначение противовеса, рассмотреть применение рычагов в некоторых автоматических устройствах, например в автопоилке, автомате для продажи билетов, газет.

Интерес для учащихся представляет рассмотрение «рычагов» в теле человека. В нашем теле имеется свыше 200 различного рода костных рычагов. Так, например, при ходьбе голень, стопа, пальцы выполняют функции рычагов. Во всех случаях рычаги в теле человека дают возможность выиграть в силе или в расстоянии.

Указывают на применение равноплечего рычага в чашечных весах и неравноплечего в весах десятичных, сотенных.

Модель десятичных весов (рис. 19-3), удобную для объяснения их устройства и решения с ней задач на расчет действия рычагов, нетрудно изготовить своими силами в учебных мастерских.

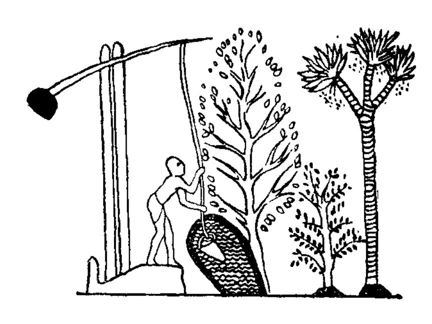


Рис. 19-4.

Следует сообщить ученикам, что рычаги были известны уже в глубокой древности (рис. 19-4). Математическую теорию рычага создал Архимед (III в. до н. э.).

Блоки. Во вводной беседе учащимся рассказывают о применении блока на стройке и в различных механизмах и машинах. После этого укрепляют блок на раме и перекидывают через него шнур с гирей на конце. Тянут шнур рукой, обращая внимание учеников на то, что ось блока с обоймой остается на месте, поэтому такой блок и получил название неподвижного. Далее вместе с учащимися выясняют, что неподвижный блок по существу является равноплечим рычагом и поэтому не должен давать выигрыша в силе. Этот вывод проверяют опытом, поднимая с помощью динамометра и блока какой-либо груз. Таким образом приходят к выводу: с помощью неподвижного блока можно только изменить направление действия силы и создать удобства при выполнении работы.

Подвижной блок рассматривают как рычаг с отношением плеч 1 : 2, откуда следует, что он должен давать выигрыш в силе в 2 раза.

Указывают также, что сила тяжести поднимаемого груза распределяется на две параллельные веревки, расположенные симметрично по отношению к оси, на которой висит блок, поэтому каждый динамометр, прикрепленный к веревкам блока (рис. 19-5), показывает половину силы тяжести груза.

Поднимая с помощью подвижного блока груз, убеждаются, что на подвижном блоке действительно выигрывают в силе в 2 раза, но проигрывают во столько же раз в перемещении; работа же силы, приложенной к свободному концу шнура, равна работе по поднятию груза. При проведении этого опыта нужно брать такой груз и блок, чтобы силой тяжести последнего можно было пренебречь по сравнению с силой тяжести груза.

Изучение темы заканчивают рассмотрением примеров и решением задач на применение блоков и полиспастов. Подчеркивают, что с древних времен блоки применяли для подъема тяжестей (рис. 19-6). Сейчас при механизации строительных работ используют разного рода краны, экскаваторы и другие машины. В них нашли широкое применение блоки и полиспасты. Для натягивания электрических проводов пользуются небольшими полиспастами. Провод прикрепляют к одной обойме с помощью особых щипцов. Подтянув провод полиспастом, монтер сращивает его, укрепляет на роликах и после этого сни-

мает щипцы и полиспасты. На яхтах для подъема парусов и их натягивания также применяют блоки или полиспасты.

Для того чтобы сделать вывод, что на простых механизмах мы не получаем выигрыша в работе, следует, помимо опыта с блоками, провести опыт и с рычагом. Равенство работ на рычаге устанавливают так. Подвешивают на короткое плечо рычага, например, гирю в 2 кг, а на длинное плечо действуют силой 10 Н с помощью динамометра. Замечают, на какую высоту поднимается точка подвеса груза и насколько опускается точка крепления динамометра. Подсчитав работы, произведенные силами на обоих концах рычага, устанавливают их равенство.

Коэффициент полезного действия простых механизмов. Учащимся следует сообщить, что условия равновесия и закон равенства работ на простых механизмах были рассмотрены без учета трения. В действительности же всегда существует трение, на преодоление которого требуется произвести дополнительную работу. Приводят конкретный пример:

Рычаг применяют для поднятия бетонной плиты весом 4000 Н на высоту 10 см. Точка приложения силы 1200 Н, приложенной к другому концу рычага, проходит путь 40 см. Найти к.п.д. рычага.

При решении находят полезную работу:

$$A_1 = 4000\ \text{Н} \cdot 0{,}1\ \text{м} = 400\ \text{Дж},$$

затем полную (совершенную) работу:

$$A_2 = 1200\ \text{Н} \cdot 0{,}4\ \text{м} = 480\ \text{Дж}$$

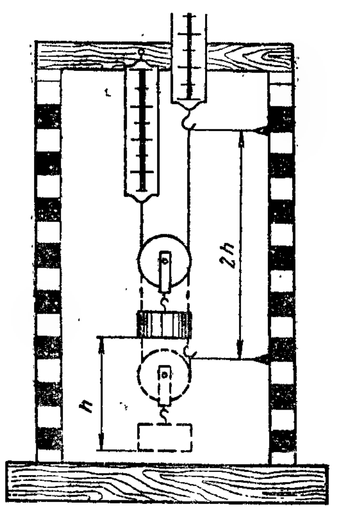



Рис. 19-5.


Рис. 19-6.

и определяют к. п. д.:

$$\text{к. п. д.} = \frac{\text{полезная работа}}{\text{полная работа}} = \frac{400\ \text{Дж}}{480\ \text{Дж}} = 0{,}83\%.$$

Полезная работа оказалась меньше полной работы вследствие трения. Полная работа равна сумме полезной работы и работы на преодоление трения.

Простые механизмы не только не дают выигрыша в работе, а даже при их применении требуется произвести бо́льшую работу, чем следует из теоретических расчетов.

Для закрепления материала решают задачи [16, упр. 39—40].

В заключение полезно отметить, что все простые механизмы служат для передачи движения и при этом производят преобразования движений. С помощью рычага может происходить преобразование движения в виде выигрыша в силе при проигрыше в расстоянии. Примером этого может служить применение гвоздодера, кусачек, тормозов у машин и др. Но с помощью рычага может совершаться выигрыш и в перемещении при проигрыше в силе (применение шлагбаума, лодочных весел, стрелок у демонстрационных измерительных приборов, пинцетов).

Простые механизмы могут изменить направление движения. Так, например, двигая в горизонтальном направлении нить, перекинутую через блок, можно поднимать груз, привязанный к ее другому концу. Наконец, простые механизмы могут превращать прямолинейное движение во вращательное и наоборот. Натягивая и прямолинейно двигая веревку, намотанную на блок, можно заставить его вращаться. Такого вида преобразования имеют место в лебедках, подъемных лифтах, в часах с гирями, в суппорте токарного и фрезерного станков. Тему следует завершить экскурсией на завод, в механические мастерские или на строительную площадку, где учащимся можно показать применение простых механизмов.

3. МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ

Согласно программе в данной теме учащиеся получают первое понятие о механической энергии и ее превращении из одного вида в другой. Формулировку же закона сохранения энергии дают позднее, при изучении темы «Теплота и работа».

При этом с самого начала у школьников нужно формировать понятие об энергии как величине, характеризующей прежде всего движение и являющейся, по определению Ф. Энгельса, его мерой.

Кинетическая энергия. Понятие энергии тесно связано с понятием работы, поэтому на уроке, посвященном изучению темы «Механическая энергия», следует повторить материал о механической работе, еще раз подчеркнув, что работа совершается

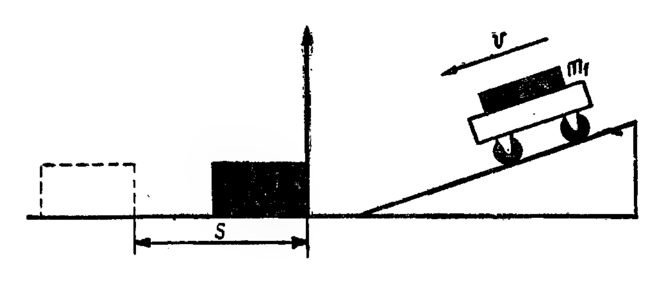


Рис. 19-7.

тогда, когда есть сила и путь, на котором действует эта сила. После этого можно привести ряд примеров и показать опыты.

Если выключить двигатель в движущемся автомобиле, то автомобиль будет продолжать движение, преодолевая при этом трение о землю и сопротивление воздуха, т. е. будет совершать работу еще некоторое время, пока не остановится.

О телах, способных совершать работу, говорят, что они обладают энергией. Поясняют, что слово «энергия» в переводе с греческого означает «деятельность». Энергию, которой обладает тело вследствие своего движения, называют кинетической энергией («кинема»—«движение»).

Для того чтобы пояснить учащимся, от чего зависит кинетическая энергия тела, следует показать опыт по перемещению движущимся шариком или тележкой бруска, поставленного на их пути (рис. 19-7) на некоторое расстояние s. Затем видоизменяют опыт с тележкой. Пуская ее с разной скоростью (с разной высоты), делают вывод: чем больше скорость тела, тем больше и совершенная им работа и, следовательно, тем больше его энергия.

Используя тележки разной массы, показывают, что энергия зависит также от массы движущегося тела. Обобщая наблюдения, приходят к заключению: *чем больше масса движущегося тела и чем больше его скорость, тем больше и его кинетическая энергия.*

Приводят примеры использования кинетической энергии ветра в ветросиловых установках, струи воды, вытекающей с большой скоростью под большим давлением, для добычи угля, прокладки тоннелей.

Потенциальная энергия. Повторяя ранее изученное, еще раз обращают внимание учащихся на то, что об энергии тела судят по его способности совершать работу. Но такой способностью обладают не только движущиеся тела. Эту мысль поясняют, например, следующим опытом.

1. На столе устанавливают горизонтально демонстрационный трибометр. На нем помещают: деревянный брусок с крючком, к которому привязана нить. Нить перекидывают через блок

и нагружают гирей. (Трибометр можно установить и под углом к горизонту.) Дают гире упасть и совершить работу по перемещению бруска.

2. Растягивают пружину, к концу которой прикреплен груз. Сжимаясь, пружина поднимает груз, т. е. совершает работу. Таким образом, вводят понятие потенциальной энергии как энергии, которая зависит от взаимного расположения тел или частей тела.

Затем на опыте можно выяснить, от чего зависит потенциальная энергия тела, поднятого над землей. С этой целью в высокий ящик с песком ставят заостренный колышек длиной 20—25 см и свободно надевают на него стеклянную трубку. Бросая на колышек, изображающий сваю, с разной высоты и разной массы шарики или гирьки, убеждаются, что, чем выше тело поднято над землей и чем больше сила тяжести, действующая на него, тем большей энергией оно обладает. Обращают внимание учащихся на то, что при поднятии тела на высоту h совершается работа против силы тяжести, поэтому потенциальная энергия тела может быть найдена по формуле $П=Fh$ и измерена в джоулях.

Падающая вода, как и любое другое тело, при своем падении может совершить работу. Так, например, 1 м^3 воды на высоте 25 м обладает потенциальной энергией:

$$П=9{,}8\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}}\cdot 1000\ \text{кг}\cdot 25\ \text{м}\approx 250\,000\ \text{Дж}=250\ \text{кДж}$$

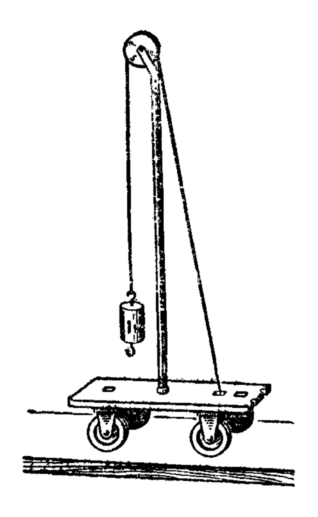
и поэтому при падении вниз может совершить работу, равную 250 кДж.

Река Ниагара, являющаяся границей между Канадой и США, соединяет между собой озера Эри и Онтарио, разность уровней воды в которых около 50 м. Здесь каждый кубический метр воды способен совершить работу в 500 кДж.

Такие водопады, как Ниагарский, встречаются редко. Поэтому для поднятия уровня воды в реках, русла которых имеют небольшой уклон, устраивают плотины. Чем выше поднята вода с помощью плотин, тем большей потенциальной энергией она обладает. Высота плотины самой мощной в мире Красноярской гидроэлектростанции на Енисее 130 м. С плотины ежесекундно низвергается 13 тыс. м^3 воды. Это редчайший водопад, которому может «позавидовать» Ниагарский. Мощность Красноярской ГЭС 6 млн. кВт. Используя энергию поднятой воды, гидравлические двигатели в виде гидротурбин совершают механическую работу, за счет которой получают электрическую энергию.

Переход одного вида механической энергии в другой. Задача заключается в том, чтобы дать учащимся понятие о взаимопревращениях кинетической и потенциальной энергии.

При изучении этой темы следует опираться на следующие опыты.


Рис. 19-8.

1. *Колебание шарика, подвешенного на нити.* При анализе наблюдений следует обратить внимание школьников на превращение потенциальной энергии в кинетическую, а также на то, что в любой точке между крайним нижним и верхним положениями шарик обладает кинетической энергией (тело движется) и потенциальной (тело еще поднято над нижним уровнем).

2. *Движение тележки под действием опускающегося груза* (рис. 19-8). Здесь потенциальная энергия поднятой гири превращается в кинетическую энергию движущихся тележки и гири.

Если тележку толкнуть, то груз начнет подниматься, при этом потенциальная энергия его увеличивается, а кинетическая энергия тележки уменьшается.

3. *Колебание груза, подвешенного на пружине.* Оттянув груз вниз и затем отпустив, получим колебательное движение его в вертикальной плоскости.

На этих опытах хорошо иллюстрируется превращение потенциальной энергии в кинетическую и обратно. Однако здесь наблюдается и постепенное уменьшение потенциальной и кинетической энергии тел. Причины этого следует кратко пояснить учащимся, обратив их внимание на трение, сопротивление воздуха.

4. *Опыт с маятником Максвелла.* При проведении этого опыта следует обратить внимание школьников на то, что при поднятии и опускании маятника он обладает кинетической энергией не только вследствие его поступательного движения, но и за счет своего вращательного движения. Причем кинетическая энергия маятника за счет вращательного движения приобретает в самом низшем положении наибольшее значение.

На основании изученного материала полнее раскрывают понятие о работе. Работа совершается в тех случаях, когда происходит превращение одного вида энергии в другой.

Заключительный урок по теме посвящается использованию механической энергии в народном хозяйстве. На уроке рассматривают использование энергии воды и ветра. Демонстрируют опыты с наливным и подливным колесом, обращая внимание учащихся на то, что в первом используют потенциальную, а во втором кинетическую энергию воды. Дают краткие сведения о гидротурбине и демонстрируют ее действие на модели.

Следует, хотя бы кратко, рассказать об огромных успехах СССР в освоении энергии «белого угля» и о том, что самые мощные гидравлические турбины выпускают в нашей стране.

При объяснении этого материала интересно использовать диапозитивы, а также кинофильм «Гидротурбина».

Нужно рассказать о широком использовании в СССР энергии крупнейших рек: Волги, Днепра, Енисея, Оби, Ангары и др.

Одной из важных задач в области энергетики является строительство мощных гидроэлектростанций [26].

При объяснении способов использования энергии ветра полезно продемонстрировать модели ветродвигателей, действующие от потока воздуха, создаваемого вентилятором. Рассказывая о ветродвигателях, следует отметить, что эти установки применяют в основном в степных колхозах и совхозах для подъема воды из колодцев, для подачи воды в водонапорные башни, для получения электрической энергии с целью зарядки аккумуляторов и освещения отдельных зданий. Мощность ветроэлектрических станций находится в пределах от 0,1 до 25 кВт. На уроке полезно продемонстрировать фрагменты из кинофильма «Использование кинетической энергии ветра».

Тему следует завершить контрольной работой [7, работа III; 20, § 29—37].



ПРЕПОДАВАНИЕ ФИЗИКИ В VII КЛАССЕ

ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Раздел «Тепловые явления» включает темы: «Теплопередача и работа», «Изменение агрегатного состояния вещества», «Тепловые двигатели». Весь материал по теплоте сконцентрирован в VII классе, и изучают его после введения понятий «работа» и «энергия» на основе полученных учащимися знаний об атомно-молекулярном строении вещества.

Это создает благоприятные условия для объяснения сущности тепловых явлений и формирования основных понятий, таких, как тепловое движение, температура, внутренняя энергия, теплопередача, количество теплоты, удельная теплоемкость вещества.

В неявном виде в данной теме учащиеся знакомятся с первым законом термодинамики и в некоторой степени — со вторым.

ГЛАВА 20

ТЕПЛОПЕРЕДАЧА И РАБОТА

Теплопередача и работа — это процессы передачи энергии. Различие состоит в том, что теплота означает микрофизический процесс изменения внутренней энергии тела. Работа же представляет собой макрофизический процесс изменения энергии и связана с перемещением тела как целого.

Количественную характеристику теплообмена или меру изменения внутренней энергии тела называют количеством теплоты.

Термины «теплообмен» и «теплопередача» имеют одно и то же значение, они выражают процессы изменения внутренней энергии тела. Для обозначения способа изменения внутренней энергии без совершения работы предпочтительнее использовать

термин «теплопередача», а для обозначения меры изменения внутренней энергии — термин «количество теплоты».

Приступая к изучению темы «Теплопередача и работа», учащиеся уже имеют элементарные представления о расширении тел при нагревании, температуре, о работе и механической энергии. Эти сведения необходимо использовать при изучении данной темы, обобщить и развить дальше. При этом школьники должны получить ряд новых для них понятий, и прежде всего понятие о внутренней энергии, научиться рассчитывать количество теплоты, в том числе выделившееся при сгорании топлива, определять эффективность нагревательной установки.

Определенные методические трудности возникают в связи с устаревшей терминологией. Основные термины — теплота, количество теплоты, теплоемкость, тепловая передача, теплообмен — появились в период теплородных представлений, когда под теплотой понимали особую материальную среду. При современных взглядах на природу теплоты такая терминология затрудняет правильное понимание учащимися физической сущности данных терминов и понятий. Однако иной терминологии пока не существует.

Для преодоления трудностей при изучении тем, связанных с формированием у школьников многих сложных и абстрактных понятий, надо идти по пути самого широкого использования демонстрационного и лабораторного физического эксперимента, решения задач и привлечения примеров из жизни, быта, природы и производства.

Примерное поурочное планирование темы

1-й урок. Хаотическое движение молекул. Температура тел.
2-й урок. Внутренняя энергия. Два способа изменения внутренней энергии тел: работа и теплопередача.
3-й урок. Теплопроводность.
4-й урок. Конвекция.
5-й урок. Излучение.
6-й урок. Количество теплоты. Единицы количества теплоты.
7-й урок. Удельная теплоемкость. Расчет количества теплоты, затрачиваемого на нагревание тела или выделяемого при его охлаждении.
8-й урок. Лабораторная работа «Сравнение количества теплоты при смешении воды».
9-й урок. Лабораторная работа «Определение удельной теплоемкости твердого тела».
10-й урок. Решение задач на расчет количества теплоты.
11-й урок. Энергия топлива. Теплота сгорания топлива.
12-й урок. Закон сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах.
13-й урок. Контрольная работа по теме.

1. ХАОТИЧЕСКОЕ (ТЕПЛОВОЕ) ДВИЖЕНИЕ МОЛЕКУЛ. ТЕМПЕРАТУРА ТЕЛ

Приступая к изучению темы, необходимо повторить и уточнить с учащимися основные положения молекулярно-кинетической теории, поскольку на них придется опираться при изучении всего раздела. При повторении необходимо остановиться на особенностях движения частиц, из которых состоят газообразные, жидкие и твердые тела (гл. 16, *б*). Учащиеся вспоминают, что микрочастицы (молекулы) находятся в непрерывном движении. Молекулы газа, например, движутся по прямой линии, сталкиваясь с другими молекулами, изменяют скорость и направление своего движения и вновь продолжают свое движение до следующего соударения. Движение молекул беспорядочно. Такое движение получило название теплового движения.

Напоминают также учащимся, что скорость движения частиц связана с температурой тела: чем быстрее движутся частицы, тем более нагретым оказывается тело [16, § 53].

На основе понятия о тепловом движении переходят к уточнению понятия температуры.

Научное определение температуры требует введения понятия теплового равновесия, установления эмпирической шкалы температур, выбора термометрического тела и температурного признака. Данные понятия будут введены только в IX классе. В VII же классе достаточно, если учащиеся воспримут понятие температуры как «степени нагретости тела», познакомятся с устройством и принципом действия жидкостных термометров и научатся измерять ими температуру.

Из жизненного опыта и курса природоведения школьникам известно, что различные тела могут быть нагреты в различной степени. Например, вода в сосуде может быть холодной, теплой или горячей. Ощущение тепла и холода является в известной степени субъективным. В субъективности теплового ощущения учащиеся могут убедиться на следующем опыте. На демонстрационном столе устанавливают три сосуда с водой: в центре — сосуд с водой комнатной температуры, слева — с подогретой водой, справа — с водопроводной водой (температура ее ниже комнатной). Предлагают одному из вызванных учащихся поместить левую руку в сосуд с подогретой водой, а правую в сосуд с холодной водой. Через некоторое время предлагают ученику обе руки опустить в сосуд с водой, температура которой равна комнатной. Спрашивают ученика: «Что он теперь чувствует?» Ученик сообщает, что правая рука чувствует тепло, а левая — холод, хотя обе руки находятся в одной и той же воде. Делают вывод о необходимости использовать специальные приборы, которые позволяли бы точно судить о тепловом состоянии тела, его температуре. Возникает проблема: нужно найти такой признак или такое свойство тела, которое ясно указывало

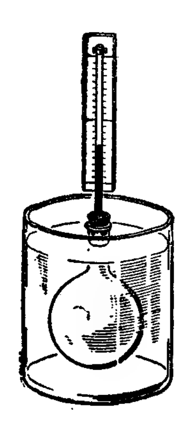


Рис. 20-1.

бы на то, как тело нагрето. Таким признаком может быть расширение тел при нагревании. Чем более нагрето тело, тем больше его объем, тем интенсивнее беспорядочное движение молекул и атомов.

Принцип действия термометра, основанного на тепловом расширении, удобно пояснить на опыте с прибором, изображенным на рисунке 20-1. Подогревая колбу в сосуде с горячей водой, показывают, что, чем больше подогревается вода в колбе, тем выше уровень столбика воды в трубке. Если жидкость в колбе имеет температуру окружающей среды, то по высоте столбика можно также судить и о температуре этой среды (воздуха, воды).

Таким образом, прибор, подобный использованному в опыте, может служить термометром.

Но измерять температуру таким прибором можно только после того, как он будет проградуирован. Ученикам нужно продемонстрировать на уроке, как можно проградуировать термометр, помещая его вначале в смесь воды со льдом, а затем в пары кипящей воды. Если в кабинете имеется демонстрационный термометр Главучтехпрома, демонстрацию лучше осуществить с ним, предварительно закрыв шкалу полоской белой бумаги.

Необходимо подчеркнуть важность достижения теплового равновесия самого термометра с окружающей средой (воздухом или другой средой), температура которой измеряется.

На уроке следует рассмотреть лабораторный и медицинский термометры.

Учащихся необходимо познакомить со следующими правилами измерения температуры: каждый термометр предназначен для измерения температуры лишь в определенных пределах; нельзя пользоваться термометром, если измеряемая температура может оказаться ниже или выше установленных для данного термометра предельных значений; отсчет по термометру надо производить спустя некоторое время, в течение которого он принимает температуру среды; при измерении температуры термометр (кроме медицинского) не должен извлекаться из среды, температуру которой определяют; глаз наблюдателя должен находиться на уровне верхнего конца столбика жидкости, наполняющей термометр.

Полезно сообщить некоторые значения температур, встречающихся в природе и технике. Различные млекопитающие имеют нормальную температуру от 35 до 40,5°C; температура здорового человека 36—37°C; температура птиц 39,5—44°C. Наиболее высокая температура воздуха на Земле (58°C) зарегистрирована в Триполи, а наиболее низкая —88,3°C — в Антарктиде.

Вольфрамовая нить накала газополной лампы нагревается током до 2525°С, а температура поверхности Солнца около 6000°С.

В демонстрационных опытах наряду с жидкостным термометром можно использовать и электрический, поскольку жидкостный демонстрационный термометр Главучтехпрома имеет существенный недостаток: он обладает сравнительно большой теплоемкостью и тепловой инерцией (время измерения 1—1,5 мин, объем жидкости не менее 200 см^3).

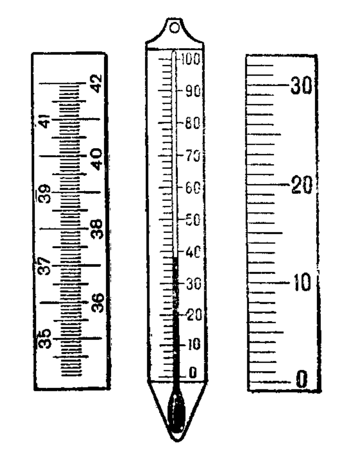


Рис. 20-2.

Промышленность выпускает для школ электрический термометр, датчиком которого является термистор, присоединяемый к измерительному мосту с демонстрационным гальванометром [3, с. 167—172]. Электрический термометр можно изготовить и своими силами [3, с. 127—128].

Так как учащиеся VII класса незнакомы с физическими явлениями, которые используют в электрическом термометре, то будет достаточно, если учитель объяснит им принцип градуировки прибора и, измеряя, например, температуру воды электрическим и жидкостным термометрами, убедит учащихся в возможности измерения таким прибором температуры тел.

Для тренировки учеников в отсчетах по шкалам термометров полезно провести со всем классом упражнения с демонстрационной моделью (рис. 20-2), имеющей набор различных шкал.

2. ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ ТЕЛ И СПОСОБЫ ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ

В современных курсах физики, например в учебнике Б. М. Яворского[1] и др., содержание понятия «внутренняя энергия» раскрывается следующим образом: «В зависимости от характера движения и взаимодействия частиц, образующих тело, внутреннюю энергию можно разбить на следующие составные части:

а) кинетическую энергию хаотического движения молекул (поступательного и вращательного);

б) потенциальную энергию, обусловленную силами межмолекулярного взаимодействия;

в) кинетическую и потенциальную энергию колебательного движения атомов и молекул;

---

[1] Яворский Б. М. и др. Курс физики, ч. 1. М., 1963, с. 192.

г) энергию электронных оболочек атомов и ионов, а также внутриядерную энергию».

В VII классе будет достаточным, если учащиеся усвоят, что энергия хаотического движения молекул (молекулярно-кинетическая) и энергия взаимодействия молекул (молекулярно-потенциальная) являются частью внутренней энергии тела. Такой подход правомерен и с научной точки зрения, так как тепловые явления, изучаемые в школе, протекают в пределах среднего температурного диапазона, при котором изменение внутренней энергии тел связано главным образом с изменением кинетической и потенциальной энергии молекул.

В ознакомительном плане можно также сказать, как это сделано в учебнике для VII класса, что к внутренней энергии относится также атомная энергия, понятие о которой учащиеся получат при изучении электричества.

Приступая к формированию понятия внутренней энергии и способах ее изменения, необходимо предложить учащимся вспомнить, что они знают о механической энергии и внутреннем строении тел.

Здесь важно уточнить понимание учащимися следующих вопросов: «В каком случае о телах говорят, что они обладают энергией», «Какие виды механической энергии различают?», «Какие тела обладают кинетической энергией и от чего она зависит?», «От чего зависит потенциальная энергия тел?». Эти вопросы помогут школьникам при изучении внутренней энергии не путать ее с механической энергией.

Формирование понятия внутренней энергии можно провести различными приемами. В основу первого приема положена идея о кажущемся «нарушении» закона сохранения энергии при соударении неупругих тел — свинцового шара и свинцовой пластинки, в основу второго — мысль о том, что работа совершается в процессе изменения, превращения энергии и что работа представляет собой меру этого изменения или превращения энергии. Другими словами, если тело может совершать или совершает работу, то оно обладает энергией.

Первый прием менее привлекателен, так как при этом в конечном итоге происходит увеличение внутренней энергии взаимодействующих тел (свинцовый шар и пластинка) за счет уменьшения потенциальной энергии падающего свинцового шара. Вопрос же о том, обладали ли внутренней энергией эти тела до соударения, остается открытым. Поэтому начальные опыты должны иллюстрировать наличие внутренней энергии у тел до нагревания их и совершения над ними работы. К числу таких демонстраций можно отнести опыт с картофельным пистолетом (см. рис. 17-22), помещенным под колокол воздушного насоса. При создании разрежения под колоколом картофельная пробка выбрасывается из пробирки. Делают вывод: работу совершил воздух, находящийся в пробирке, следовательно, он обладал

энергией. В отличие от механической энергии эту энергию называют внутренней энергией тела. Это энергия движения и взаимодействия частиц, из которых состоит тело. Микрочастицы, из которых состоят тела (молекулы, атомы), взаимодействуют между собой (притягиваются и отталкиваются), следовательно, они обладают потенциальной энергией.

В жидкостях и твердых телах молекулы и атомы совершают колебательное движение, поэтому они обладают кинетической и потенциальной энергией.

Кинетическая энергия хаотического (теплового) движения атомов и молекул вместе с потенциальной энергией их взаимодействия составляют часть внутренней энергии тела и характеризуют состояние тела в данный момент.

Далее нужно разъяснить учащимся отличие внутренней энергии от механической энергии тел. Механическая энергия зависит от скорости движения и массы тела, а также от расположения данного тела относительно других тел. Внутренняя же энергия не зависит от скорости движения тела в целом. Она определяется скоростью движения частиц, из которых состоит тело, и их взаимным расположением.

Дальше учащихся знакомят со способами изменения внутренней энергии тел, показывают, что она может изменяться при совершении (над телом или самим телом) механической работы и при теплопередаче. Этому помогают следующие простые и вместе с тем убедительные опыты, в которых основная идея не заслоняется побочными явлениями[1]. В этих опытах как часть внутренней энергии рассмотрена только энергия движения молекул. О потенциальной энергии уместнее будет говорить при изучении изменений агрегатных состояний вещества.

1. Касаются руками стенок колбы дилатометра (см. рис. 17-23) и наблюдают перемещение подкрашенной капли воды в трубке. Явление объясняют расширением воздуха при нагревании. Нагревание же воздуха (повышение его температуры) свидетельствует об увеличении скорости беспорядочного (теплового) движения его молекул, а значит, и их кинетической энергии, составляющей часть внутренней энергии тела.

В данном случае увеличения внутренней энергии достигают путем теплопередачи. Если колбу поместить в сосуд с водой, температура которой ниже комнатной, капля воды в трубке будет перемещаться вниз, свидетельствуя о понижении температуры воздуха в колбе, а значит, и об уменьшении скорости беспорядочного движения молекул, их кинетической энергии.

2. Баллон, зажатый в штатив и соединенный с манометрической трубкой (рис. 20-3) или микроманометром, натирают сукном и наблюдают изменение уровня жидкости в трубках мано-

---

[1] По этой причине демонстрация опыта с трубкой Тиндаля, заполненной эфиром, в данном месте темы не целесообразна.

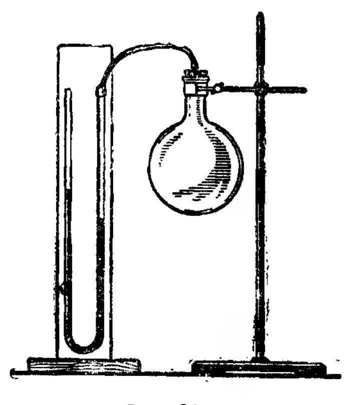


Рис. 20-3.

метра. Явление объясняют расширением воздуха в баллоне, которое в свою очередь обусловлено увеличением кинетической энергии молекул воздуха. В данном опыте происходит увеличение внутренней энергии тела (воздух) в результате совершения механической работы.

3. Берут воздушное огниво. При быстром сжатии воздух нагревается столь значительно, что пары эфира, находящиеся в цилиндре под поршнем, воспламеняются. Температура самовоспламенения паров эфира 180°С. Увеличение внутренней энергии паров эфира происходит в результате совершения механической работы по сжатию.

4. На наковальню помещают небольшой кусок меди, предварительно подложив под него лист бумаги (теплоизоляция). Резко ударяют 8—10 раз молотком по куску меди, после чего кладут его на термоскоп, соединенный с микроманометром или манометром, наполненным подкрашенным спиртом. Разность уровней спирта в манометре достигает при этом 1,5—2 см, что хорошо можно заметить даже с последних парт. В опыте с горизонтально расположенной трубкой результат еще более выразителен.

На основе опытов и анализа примеров из повседневной жизни приводят учащихся к выводу, что внутреннюю энергию тела можно изменить путем теплопередачи (теплообмена) с окружающими телами и совершением механической работы (трение, удар, сжатие)[1].

Надо рассмотреть с учащимися и противоположные процессы, результат которых — уменьшение внутренней энергии тела. Так, при теплообмене нагретого утюга с окружающим воздухом его внутренняя энергия уменьшается, о чем можно судить по понижению температуры утюга с течением времени. Подобное явление происходит со всеми телами, начальная температура которых была выше окружающих тел.

Уменьшение внутренней энергии тел в результате совершения механической работы можно показать на следующем опыте.

[1] При анализе опытов мы исходили из предположения о том, что, чем выше температура тела, тем больше его внутренняя энергия. Не разъясняя этого учащимся VII класса, пока они не изучили агрегатных превращений вещества, учителю следует иметь в виду, что такое утверждение верно не всегда. Так, переохлажденная жидкость, например гипосульфит, при отвердевании нагревается до точки отвердевания. При этом внутренняя энергия гипосульфита не увеличивается. Вода и лед могут иметь одинаковую температуру, но различную внутреннюю энергию.

Берут большую двугорлую бутыль или бутылку из-под молока и наливают в нее чайную ложку воды. Горлышко бутыли закрывают пробкой с продетой через нее стеклянной трубкой. Трубку с помощью резинового шланга соединяют с патрубком насоса Комовского для нагнетания воздуха. При нагнетании воздуха в бутыль давление его наконец становится таким, что выбрасывает пробку. На стенках бутыли при этом появляются капельки воды, что свидетельствует о понижении температуры находящихся в ней воздуха и пара. Образование капелек тумана усиливается, если в бутыль поместить дымящуюся спичку.

При демонстрации данного опыта должны быть приняты меры предосторожности: пробку следует смочить, чтобы она сравнительно легко выбрасывалась из горлышка бутыли.

Процессы, происходящие в описанных опытах, требуют тщательного анализа на основе молекулярно-кинетических представлений.

Молекулы воздуха и водяного пара, находясь в непрерывном беспорядочном движении, бомбардируют стенки сосуда, в который они заключены. Чем выше температура газа, тем быстрее молекулы движутся. Если одна из стенок сосуда, в котором находится воздух, подвижна (в опытах это пробка), то она движется под ударами молекул. Энергия молекул при этом расходуется на совершение механической работы (по преодолению сил трения, по подъему пробки). В результате внутренняя энергия воздуха (и находящегося в нем пара) уменьшается.

Итак, учащиеся приходят к выводу: внутренняя энергия тела может изменяться (увеличиваться или уменьшаться) со временем при теплообмене данного тела с окружающими телами и при совершении механической работы.

Для закрепления полученных знаний учащиеся отвечают на ряд вопросов:

1. Почему искусственные спутники Земли, не снабженные специальной тепловой защитой, и метеориты сгорают, когда они в конце своего движения входят в плотные слои земной атмосферы?

2. Мука из-под жерновов выходит горячей, хлеб из печи вынимают тоже горячим. Укажите причины повышения температуры муки и хлеба. Изменилась ли внутренняя энергия этих тел и почему?

3. Обладает ли внутренней энергией тело, температура которого 0°С? [См. также 27, работа 1.]

3. СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОТЫ

Содержание данного вопроса по существу подводит учащихся к представлению о втором законе термодинамики как утверждении о невозможности самопроизвольного перехода теплоты от менее нагретого тела к более нагретому. Учащиеся должны усвоить, что теплопередача всегда происходит в опре-

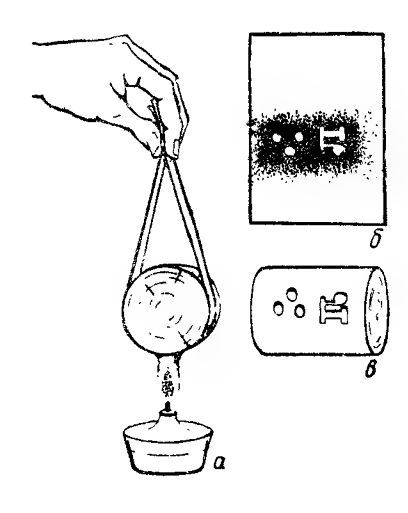


Рис. 20-4.

деленном направлении: от тела с более высокой температурой к телам с более низкой температурой.

При объяснении механизма теплопередачи опираются на имеющиеся у учащихся сведения о молекулярно-кинетической теории.

Теплопроводность. Изложение начинают с постановки проблемного опыта. На деревянный цилиндр накалывают ряд кнопок, обертывают его одним слоем бумаги (рис. 20-4). При кратковременном помещении цилиндра в пламя горелки происходит неравномерное обугливание бумаги. Ставят вопрос: «Почему бумага, прилегающая к кнопкам, обугливается меньше?» Обобщая ответы учащихся и имеющиеся у них представления, устанавливают факт передачи теплоты от одной части твердого тела к другой и объясняют его. При нагревании происходит увеличение скорости движения молекул, из которых состоит тело. Это движение передается соседним молекулам, в результате скорость этих молекул и, следовательно, температура данной части тела возрастает. Выразителен также опыт, приведенный в учебнике [17, рис. 6].

Затем вводят понятие о хороших проводниках теплоты — металлах и плохих (изоляторах) — дерево, стекло. Различную теплопроводность веществ — стекло и железо, железо и медь — наглядно демонстрируют на опыте по отделению гвоздиков, приклеенных парафином или воском к стержням, при их нагревании [17, рис. 7].

Рассматривают использование в технике, быту и в школьных физических приборах свойств тел по-разному проводить теплоту. Например, плохую теплопроводность воздуха используют в устройстве школьного прибора калориметра.

Объяснение устройства и назначения калориметра необходимо пояснить на опыте с ним.

Полезно решить ряд задач. Здесь могут быть предложены задачи следующего содержания.

1. Взяв в руку гвоздь длиной 5—6 см, внесите его конец в пламя спички. На основе опыта сравните теплопроводность дерева и железа. Объясните, почему рука может почувствовать гвоздь особенно горячим уже после того, как спичка погаснет.

2. Рассмотрите приведенную ниже таблицу суточных колебаний температуры почвы на разных глубинах и объясните приведенные в ней данные.

Глубина почвенного слоя	Время наступления максимума	Время наступления минимума
На поверхности	13,2 ч	3,4 ч
На глубине 20 см	18,2 ч	8,1 ч
На глубине 40 см	23,7 ч	12,8 ч

3. На севере меховые шапки носят, защищаясь от холода, а на юге (в Туркмении) — от жары. Объясните целесообразность этого.

Полезно сообщить учащимся сравнительные данные теплопроводности некоторых твердых, жидких и газообразных тел. Железо, например, в 163 раза лучше проводит тепло, чем дуб, и в 100 раз лучше, чем вода; вода — в 27 раз лучше, чем воздух.

Конвекция. Изложение можно начать с постановки опыта, расположив, как указано на рисунке 20-5, стеклянную трубку с водой над пламенем спиртовки. При этом показания одного термометра (на рисунке слева) останутся почти без изменений, а другого (на рисунке справа) начнут быстро увеличиваться. Ставят вопрос: «Почему вода в одном случае хорошо, а в другом плохо передает тепло?»

В беседе выясняют, что так как вода при нагревании расширяется, то плотность ее уменьшается (можно, например, сообщить, что масса 1 м^3 воды при 100°C меньше, чем при 0°C, на 42 кг), и поэтому под действием архимедовой силы более легкие, нагретые слои воды поднимаются вверх.

Сущность явления следует раскрыть, нагревая, например, свечкой колбу с водой, на дне которой помещен кристаллик

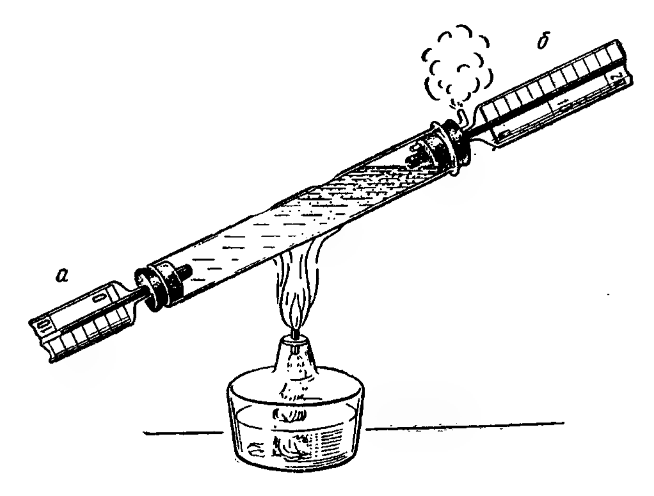


Рис. 20-5.

марганцовокислого калия, окрашивающий конвекционные потоки [17, рис. 9].

Для демонстрации теплопроводности и конвекции в газах можно поставить опыт, подобный показанному на рисунке 20-5, нагревая в трубке воздух.

Затем с помощью бумажных вертушек и дыма демонстрируют образование восходящих потоков воздуха над нагревателями [17, рис. 8]. Можно сообщить учащимся, что, например, масса 1 $м^3$ воздуха при 100°С в 1,4 раза меньше, чем при 0°С, поэтому, как и в жидкостях, конвекция объясняется действием архимедовой силы.

В качестве примеров конвекции в природе рассматривают образование дневных и ночных бризов, а в технике — образование тяги в дымоходах, конвекции в водяном отоплении, водяном охлаждении двигателя внутреннего сгорания.

Несложные опыты, а также наблюдения теплопроводности и конвекции нужно рекомендовать учащимся выполнить самостоятельно дома [23, § 102—106]. Изложение вопроса следует закончить постановкой ряда качественных задач [17, упр. 1—3].

Лучеиспускание и лучепоглощение. В беседе выясняют, что тепло может передаваться от раскаленных, светящихся тел с помощью излучений. Учащиеся знают, что главным источником света и тепла на Земле является Солнце, находящееся от нас на огромном расстоянии (150 млн. км). Однако большинству учащихся неизвестно, что существуют невидимые тепловые лучи, которые испускают любые нагретые тела. Существо явления выясняют с помощью опыта. Берут термоскоп, одна сторона которого выкрашена белой, а другая черной краской, или микроманометр с теплоприемником и располагают его около сильно нагретой гири. Опыт будет еще выразительнее, если колбу поместить в конус тепловых лучей, собранных зеркалом, поставленным за гирей (рис. 20-6). Перемещение столбика жидкости в трубке укажет на расширение воздуха при нагревании. Испускание гирей тепловых лучей можно также обнаружить, поместив на место, где стояла колба, баллон демонстрационного термометра. Возникает вопрос: «Каким образом нагрелся воздух в колбе?» Передача тепла от нагретой гири к термоскопу не могла осуществляться ни теплопроводностью, ни конвекцией. Учащимся говорят, что в данном случае теплота передается от нагретого тела с помощью не видимых глазом тепловых лучей.

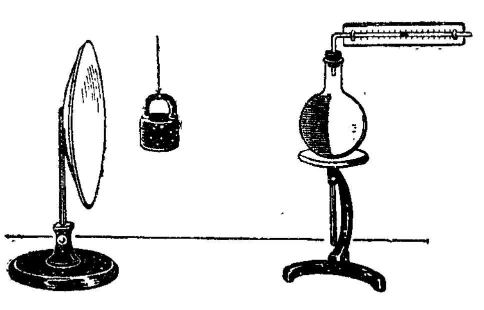


Рис. 20-6.

Опыт повторяют, по-

вернув остывший термоскоп к гире забеленной стороной, и наблюдают, что белая поверхность хуже поглощает лучи, чем черная. Для этого опыта можно также использовать специальный прибор — теплоприемник, одна сторона которого черная, а другая блестящая. Теплоприемник присоединяют к жидкостному манометру или для большей чувствительности к горизонтально расположенной стеклянной трубке, в которую помещена капля жидкости.

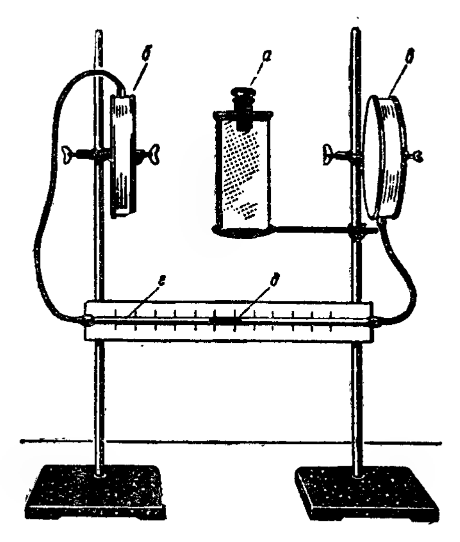


Рис. 20-7.

Затем переходят к раскрытию трудного для понимания учащихся понятия о том, что черные тела при равной температуре не только больше поглощают, но и больше излучают тепла, чем белые. Для этого ставят опыт с сосудом *а* (рис. 20-7), одна стенка которого покрыта черной, а другая белой краской. В сосуд наливают кипяток и рядом помещают два теплоприемника (*б* и *в*), присоединенные к различным коленам манометра или, что лучше, к концам горизонтальной трубки *г*, в которую помещен столбик жидкости *д*. Через некоторое время столбик жидкости начнет перемещаться в результате большего повышения давления в теплоприемнике, расположенном у зачерненной стенки сосуда, показывая тем самым большее излучение черной поверхности.

Полезно также поставить опыт с двумя сосудами, один из которых выкрашен белой, а другой черной краской. В сосуды наливают кипяток и вставляют термометры, по которым через некоторое время будет видно, что вода в черном сосуде остывает быстрее.

Типичными задачами по данному вопросу темы являются следующие:

1. Все знают, как «пышет жаром» от раскаленной железной печки, от углей или электроплитки. Докажите, что в этом случае человек ощущает тепло, которое передается прежде всего лучеиспусканием.

2. Один ученик сказал, что летом ходить в белой одежде прохладнее, поскольку она лучше отражает лучи и меньше нагревается. Другой возразил ему: прохладнее в черной одежде, так как она лучше испускает лучи. Кто из них прав? [11, № 178.]



Рис. 20-8.

Теплопередача в технике, быту и природе. Вопрос об учете и использовании на практике различных видов теплопередачи частично должен быть освещен при изучении рассмотренных выше разделов данной темы. Однако на практике чаще всего имеют дело с явлениями, в которых одновременно присутствуют и теплопроводность, и конвекция, и лучеиспускание. Поэтому нужно рассказать об использовании различных теплозащитных строительных материалов в технике, рассмотрев с учащимися, как это рекомендует Е. Н. Горячкин[1], диаграмму, показывающую относительную толщину стенок с одинаковой теплозащитой (рис. 20-8)[2].

На этом уроке полезно также обратить внимание учащихся на теплообмен человеческого тела с внешней средой и роль при этом различных видов одежды. Занимательные примеры и вопросы для этого урока (например, «Греет ли шуба?», «Что теплее: три рубашки или рубашка тройной толщины») можно взять из книг Я. П. Перельмана [21].

О конвекции в природе (образование бризов, восходящих потоков воздуха над нагретой Землей), об образовании тяги в дымоходах ученики могут рассказать самостоятельно, привлекая сведения, полученные на уроках географии и из жизненного опыта. Из бытовых приборов, знакомых учащимся, следует особо рассмотреть термос, выяснив назначение теплоизолирующих прокладок в корпусе, вакуума между стенками и серебрения поверхности стекла колбы. В классе полезно поставить опыт по сравниванию остывания кипятка в термосе и в каком-либо другом открытом сосуде. Подобный эксперимент школьники могут проделать и дома. Следует также рассказать о лу-

---

[1] См.: Горячкин Е. М. Методика преподавания физики в семилетней школе, т. 1. М., 1948, с. 318.

[2] См. также «Таблицы по физике для VII класса», сост. М. А. Ушаков. М., 1969.

чеиспускании и лучепоглощении в природе, в частности с почвы, в различное время суток, в облачную и ясную погоду, а также об учете и использовании этого явления при космических полетах.

4. КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ. ЕДИНИЦЫ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ

Процесс совершения механической работы и процесс теплопередачи имеют общий признак — изменяют внутреннюю энергию тела. Меру изменения внутренней энергии путем совершения механической работы назвали количеством работы или просто работой, а меру изменения внутренней энергии в процессе теплопередачи — количеством теплоты.

До определения единицы количества теплоты следует вспомнить с учащимися о физической величине — механической работе и ее расчете. Механическая работа прямо пропорциональна силе и длине пути.

Аналогично, количество теплоты как мера изменения внутренней энергии тоже зависит от нескольких физических величин. Напоминают о том, что внутренняя энергия определяется скоростью теплового движения частиц, из которых состоит тело, следовательно, количество теплоты как мера изменения внутренней энергии связана с температурой тела. Если температура тела возросла, то тело получило некоторое количество теплоты, если понизилась — то отдало.

Таким образом, можно сказать, что количество теплоты зависит от изменения температуры тела. Количество теплоты зависит также от второй физической величины — массы тела. В самом деле, на спиртовке мы сможем за определенное время вскипятить воду в пробирке и не сделаем это с чайником, наполненным водой. Объясняется это тем, что количество теплоты за какой-то промежуток времени будет достаточным для нагревания и кипения воды в пробирке и недостаточным для массы воды в чайнике[1]. Количества теплоты, потребные для кипячения воды в пробирке и чайнике, будут различными; как показывает опыт, чем больше масса тела, в данном случае воды, тем большее количество теплоты потребуется для нагревания тела на одну и ту же разность температур.

То же самое справедливо и при охлаждении тела. Отсюда можно сделать вывод, что количество теплоты пропорционально массе тела.

Обобщая оба случая, можно говорить о том, что количество теплоты прямо пропорционально массе тела и разности температур тела в начале и в конце теплообмена. Зависимость количества теплоты, переданного телу при нагревании, от рода ве-

[1] Различие в отдаче тепла окружающей среде пробиркой и чайником не учитывается.

щества, из которого изготовлено тело, наблюдают в опыте при нагревании двух тел равной массы, но различных веществ [17, § 11]. Единицами измерения внутренней энергии служат джоуль, килоджоуль. Однако исторически сложилось так, что единицы количества теплоты были введены раньше, чем стало известно молекулярное строение вещества и выяснен вопрос об энергии движения молекул. Поэтому в свое время были введены специальные единицы для измерения количества теплоты: калория и килокалория, которые пока еще применяются при расчетах.

Затем дают определение калории. Калория — количество теплоты, которое необходимо для нагревания 1 г воды на 1°С, т. е. калория есть мера приращения внутренней энергии 1 г воды при повышении температуры на 1°С. 1 кал=4,19 Дж. В дальнейшем расчеты внутренней энергии следует выполнять в джоулях.

5. УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ВЕЩЕСТВА. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ

Изучение предыдущего материала подготовило учащихся к пониманию того, что изменение теплового состояния тела при теплопередаче зависит и от рода вещества. Эту зависимость характеризуют особой величиной, называемой удельной теплоемкостью вещества.

Для перехода к понятию об удельной теплоемкости проводят ряд опытов.

1. Цилиндры из разных веществ одинаковой массы (равенство масс цилиндров показать взвешиванием на весах) и одинакового диаметра нагревают в кипящей воде и опускают на пластинку из парафина (рис. 20-9). Расплавляя парафин, цилиндры погружаются в него на различную глубину. Из опыта делают вывод: тела из разных веществ, но одинаковой массы, отдают при охлаждении и требуют при нагревании на одно и то же число градусов разное количество теплоты.

2. В два внутренних стакана калориметра наливают по 0,1 кг воды при комнатной температуре и помещают в них термометры. В третий сосуд кладут кусок железа, наливают воду, масса которой равна массе куска железа, и нагревают до 100°С. Затем кусок железа берут из сосуда и кладут в один из калориметров, а горячую воду выливают в другой. О повышении температуры воды в калориметрах судят по показаниям термометров.

3. Для сравнения теплоемкости жидкостей можно поставить следующий опыт. В один стакан наливают 0,1 кг воды, в другой — 0,1 кг керосина и опускают в них нагретые в горячей воде одинаковые по массе тела. Термометры покажут, что температура керосина увеличивается больше, чем температура воды.

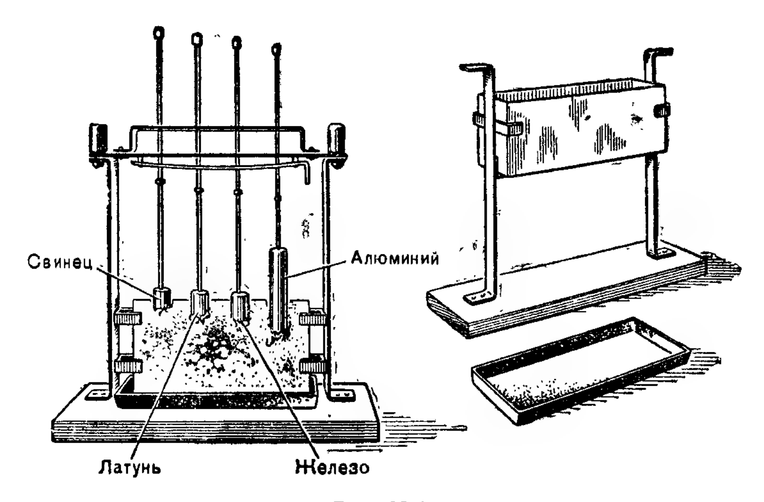


Рис. 20-9.

Данные опыты можно использовать для расчета количества теплоты, полученного водой, и количества теплоты, отданного при остывании на 1°С тела массой 1 г (кг). После этого дают определение теплоемкости как количества теплоты, необходимого для изменения температуры тела на 1°С, удельной теплоемкости — как количества теплоты, необходимого для изменения температуры 1 г (кг) вещества на 1°С.

Вновь подчеркивают физический смысл термина «количество теплоты» или дают другое определение: удельная теплоемкость показывает, на какую величину изменяется внутренняя энергия 1 г (кг) вещества при нагревании или охлаждении его на 1°С.

Далее рассматривают с учащимися таблицу удельных теплоемкостей и выясняют, что означает, например, запись:

$$c_{\text{свинца}} = 130 \ \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}.$$

Значение различной теплоемкости в технике и природе поясняют рядом примеров.

1. Большая по сравнению с другими веществами удельная теплоемкость воды делает ее удобной для применения в водяном отоплении и в системе охлаждения двигателей. (Вследствие большой удельной теплоемкости воды даже при незначительном изменении ее температуры выделяется или поглощается большое количество теплоты.)

2. Климат островов гораздо умереннее и ровнее, чем климат больших материков, вследствие большой теплоемкости окружающих водных масс.

Расчет количества теплоты, полученного телом при нагревании или отданного при остывании, производят сначала арифметически, исходя из определения удельной теплоемкости [17, § 14].

В завершение, когда учащиеся окончательно уяснят смысл удельной теплоемкости и зависимость количества теплоты от удельной теплоемкости, массы тела и разности температур, вводят формулу $Q=cm(t-t_0)$. По этой формуле решают в основном прямые задачи, т. е. определяют значение Q. Задачи, в которых надо найти по данной зависимости c, m и особенно t или t_0, трудны для учащихся VII класса. Поэтому на ряде примеров учащимся следует разъяснить, как из данного уравнения можно найти то или иное неизвестное.

Для закрепления полученных знаний, а главное для приобретения умений и навыков производить калориметрические измерения и расчеты проводят лабораторную работу «Сравнение количеств теплоты при смешении воды» [17, с. 176]. В этой работе учащиеся, как показывают наблюдения, часто допускают следующие ошибки: при измерении температуры термометр вынимают из сосуда с водой; вынимают из кожуха внутренний сосуд калориметра и работают только с ним; взвешивают внутренний сосуд вместе с внешним. Поэтому перед проведением работы необходимо провести беседу, которая бы помогла учащимся провести все измерения правильно.

Данная работа является первой попыткой подвести учащихся к пониманию закона сохранения энергии в тепловых процессах, поэтому в дальнейшем при изучении этого закона следует еще раз проанализировать результаты, метод проведения работы и установить, почему количество энергии, полученное нагревающимся телом, несколько меньше количества энергии, выделенной остывающим телом.

6. ЭНЕРГИЯ ТОПЛИВА

В данной теме расширяется понятие энергии. Вначале напоминают учащимся некоторые сведения из химии. Они сводятся к тому, что при горении происходит соединение элементов с кислородом и образование новых веществ, новых молекул. Так, например, при горении метана образуется углекислый газ и вода:

$$CH_4+2O_2=CO_2+2H_2O.$$

Горение, связанное с разрушением одних молекул и образованием других, сопровождается выделением некоторого количества теплоты. В данном случае изменение внутренней энергии произошло не посредством теплообмена и не путем совершения работы телом или над телом, а в результате термохимических явлений, происходящих с топливом. При этом энергия движе-

ния молекул продуктов сгорания, а следовательно, и их температура будет больше, чем у молекул топлива.

Повышение температуры при сгорании топлива и увеличение кинетической энергии молекул продуктов сгорания, а затем передача окружающим телам некоторого количества теплоты объясняется изменениями внутренней энергии тела.

Для конкретизации и закрепления введенных понятий можно также поставить следующие опыты.

В стеклянный цилиндр с отверстием в стенке около дна помещают свободно входящий картонный поршень[1]. Пульверизатором впрыскивают в цилиндр через отверстие рабочую смесь — бензин с воздухом. Убирают подальше пульверизатор, подносят пламя спички к отверстию цилиндра и наблюдают, как поршень эффектно выбрасывается вверх. Учащимся объясняют, что при горении молекулярно-кинетическая энергия молекул увеличивается. В целом же внутренняя энергия топлива уменьшается, так как совершается работа по поднятию поршня.

Все виды топлива обладают внутренней энергией и при определенных условиях могут совершать работу или нагревать другие тела путем теплообмена. Рассматривают таблицу «Теплота сгорания топлива», добиваясь от учащихся понимания ее физического содержания.

Задачи на расчет количества теплоты, выделяющегося при сгорании топлива, решают в основном арифметически, но не исключено и введение формулы $Q=qm$, где q — теплота сгорания, а m — масса топлива.

7. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ В МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССАХ

Изложение закона сохранения и превращения энергии полезно начать с постановки проблемного опыта, например, с маятником Максвелла.

Опыт помогает учащимся вспомнить о потенциальной и кинетической энергии тела. Отмечают, что в некоторой промежуточной точке маятник обладает и потенциальной, и кинетической энергией, а полная механическая энергия равна:

$$E=\text{К}+\text{П}.$$

Обращают внимание на тот факт, что полная энергия маятника со временем уменьшается. Ставят вопрос: «Почему приведенный в движение маятник через некоторое время останавливается?»

Учащиеся, как правило, отвечают сами: энергия тела тратится на преодоление сопротивления воздуха, трения, на нагревание нити.

---

[1] Стеклянный цилиндр можно заменить бутылкой с отрезанным дном.

Делают вывод: механическая энергия маятника не исчезла, а превратилась в кинетическую энергию движения молекул, т. е. во внутреннюю энергию системы (воздух, нить, маятник). При этом очень важно подчеркнуть, что и воздух, и нити, и маятник до закручивания нитей и последующего падения маятника уже обладали внутренней энергией. При раскручивании нитей под действием падающего маятника внутренняя энергия системы лишь увеличилась за счет механической энергии маятника.

Следует провести еще ряд опытов (нагревание монеты при натирании ее на бумажном листе, положенном на стол, нагревание проволоки при ее изгибании и т. д.).

После обсуждения этих примеров и опытов формулируют закон сохранения и превращения энергии. Учащимся дают краткую историческую справку о законе сохранения и превращения энергии. Сообщают, что его открыли в середине XIX в., когда был накоплен необходимый для этого многочисленный экспериментальный материал и появилась возможность его обобщить. Рассказывают о роли в открытии этого закона Р. Майера, Г. Гельмгольца и Д. Джоуля, о большой заслуге М. В. Ломоносова, который, на столетие опережая ученых своего времени, писал в письме Эйлеру 5 июля 1748 года: «Все перемены, в натуре случающиеся, такого суть состояния, что сколько чего у одного тела отнимается, столько присовокупится к другому. Так, ежели где убудет материи, то умножится в другом месте, сколько часов положит кто бдению, столько же сну отнимет. Сей всеобщий естественный закон простирается и в самые правила движения: ибо тело, движущее своею силою другое, столько же оные у себя теряет, сколько сообщает другому, которое от него движение получает»[1].

Далее показывают использование закона сохранения и превращения энергии для технических расчетов. Учащиеся должны узнать, что на основе этого закона производят расчеты количества топлива, необходимого для работы электростанций, тепловозов; закон позволяет рассчитать количество электроэнергии, необходимое для работы машин.

Одной из важных иллюстраций закона сохранения и превращения энергии является рассмотрение энергетических превращений, происходящих в природе. Основной источник используемых сейчас на Земле видов энергии — Солнце. Учащимся сообщают, что часть энергии, полученная Землей от Солнца, расходуется непосредственно на нагревание земной коры и атмосферы; другая часть преобразуется растениями в химическую энергию, которая становится, таким образом, частью внутренней энергии растений. С деятельностью Солнца связаны и запасы

---

[1] Очерки по истории физики в России, под ред. А. К. Тимирязева. М., 1949.

топлива на земле: каменного угля, торфа и др. Круговорот воды, движение воздушных масс есть также результат солнечной деятельности.

Полезно продемонстрировать учебный кинофильм «Солнце — главный источник энергии на Земле».

Тема «Солнце — главный источник энергии на Земле» не обязательна для изучения в классе. Материал в учебнике на эту тему дан для дополнительного чтения. Если учитель посчитает возможным изучение этого вопроса на уроке, его целесообразно провести в виде учебной конференции, поставив следующие доклады:

1. Солнце — источник тепла и света на Земле.
2. Использование человеком энергии излучения Солнца.
3. Гелиоэлектростанции.

На внеклассных занятиях представляется возможность подробно познакомить учащихся с историей открытия закона сохранения и превращения энергии, с попытками создания «вечного двигателя».

ГЛАВА 21

ИЗМЕНЕНИЕ АГРЕГАТНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА

В предыдущей теме было рассмотрено изменение внутренней энергии тела, связанное с изменением его температуры и, следовательно, с изменением кинетической энергии молекул. При изучении агрегатных изменений вещества главное внимание уделяют той части внутренней энергии, которая зависит от энергии взаимодействия частиц.

Изменение агрегатного состояния вещества сопровождается изменением его молекулярной структуры. Это в свою очередь приводит к изменению энергии взаимодействия молекул и их движения.

Процессы плавления, отвердевания, испарения и конденсации изучают в основном на первой ступени обучения в VI классе. При изучении данного учебного материала расширяются знания школьников о внутренней энергии тела. Понимание учащимися того, что при плавлении и кипении подводимое количество теплоты расходуется только на работу разрушения связей между частицами, позволяет уяснить смысл формул: $Q=\lambda m$, $Q=Lm$ и их отличие от формул для нагревания и охлаждения тел.

Изучая переход вещества из одного агрегатного состояния в другое, учащиеся получают представление о постоянных превращениях и взаимосвязи явлений в природе, о переходе незначительных количественных изменений в коренные, качественные. Материал темы имеет также большое политехническое

значение: помогает учащимся понять ряд технологических процессов, подготавливает их к пониманию физических процессов, на которых основана работа тепловых двигателей.

Примерное поурочное планирование темы

1-й урок. Агрегатные состояния вещества. Плавление и отвердевание кристаллических тел.
2-й урок. Лабораторная работа «Наблюдение за нагреванием, плавлением и отвердеванием нафталина».
3-й урок. Удельная теплота плавления и отвердевания.
4-й урок. Выделение энергии при отвердевании вещества.
5-й урок. Решение задач на расчет теплоты плавления и кристаллизации.
6-й урок. Испарение и конденсация. Поглощение энергии при испарении и выделение энергии при конденсации жидкости.
7-й урок. Кипение. Лабораторная работа «Наблюдение за нагреванием и кипением воды».
8-й урок. Удельная теплота парообразования. Решение задач на расчет количества теплоты при парообразовании.
9-й урок. Контрольная работа по теме «Изменение агрегатных состояний вещества».

1. АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА. ПЛАВЛЕНИЕ И ОТВЕРДЕВАНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ТЕЛ

Урок об агрегатных состояниях вещества — вводный в данной теме. Его главная задача — повторение и углубление известных учащимся из курса VI класса сведений об особенностях строения твердых, жидких и газообразных тел с точки зрения молекулярно-кинетической теории (гл. 16, *6*); [16, § 15]. В качестве наглядных пособий используют модель кристаллической решетки. Желателен также показ отдельных фрагментов из кинофильма «Строение и свойства кристаллов» и проведение работы с раздаточным материалом — набором кристаллических тел (соль, куски чугуна с изломом, слюда). Изучение кристаллического строения указанных тел будет более эффективно, если учащиеся воспользуются в работе лупой.

В ознакомительном плане можно сообщить школьникам об аморфных телах, которые обладают свойствами твердых тел (прочностью, хрупкостью, твердостью) и свойствами жидкостей (текучестью, не сохраняют формы с течением времени). Сообщают, что частицы аморфного вещества расположены достаточно плотно, но с нарушением порядка, как и в жидкостях, что аморфные тела не имеют кристаллического строения.

Плавление и отвердевание кристаллических тел. Эту тему можно начать с проведения лабораторной работы «Наблюдение за изменением температуры при нагревании и плавлении нафталина». Можно до лабораторной работы продемонстрировать учащимся плавление тел и проанализировать полученный при этом график, а следующий урок посвятить проведению лабораторной работы. При выборе того или иного пути следует учитывать подготовку и индивидуальные особенности ученического коллектива. Первый путь более активен, но и более труден для учащихся. Какой бы путь ни избрал учитель, учащиеся должны усвоить три следующих положения: существует температура, выше которой вещество в твердом состоянии не может находиться; температура во время плавления остается постоянной; процесс плавления требует притока энергии к плавящемуся веществу.

При выборе второго пути учитель одновременно демонстрирует и записывает на доске данные о плавлении нафталина или льда и воска или вара. Нафталин рекомендуется брать химически чистым; резервуар термометра, помещенного внутрь малой пробирки, следует расположить в середине массы нафталина. Пробирку подбирают короткой и заполняют нафталином доверху во избежание осаждения его на стенках пробирки, что мешает снятию показаний термометра.

При выполнении лабораторной работы возникает трудность: горизонтальный участок графика при плавлении может оказаться столь коротким, что учащиеся его не обнаружат. Чтобы получить кривую, близкую к идеальной, можно ограничиться исследованием только процесса отвердевания нафталина. Время наблюдения при этом примерно 15 мин при массе нафталина 5 г. Наблюдения начинают с температуры воды, равной 90°С. Тогда процесс отвердевания длится около 5 мин и оказывается резко выраженным на графике.

Для медленного нагревания испытуемых тел и правильного измерения их температуры малую пробирку с нафталином помещают внутри большой так, чтобы она не касалась стенок последней, а большую пробирку помещают в сосуд с водой, нагретой до кипения. Такая воздушно-водяная баня позволяет получить хорошие данные для вычерчивания графика.

При анализе полученного графика обращают внимание учащихся на постоянство температуры, при которой происходит плавление.

Далее рассматривают таблицу температур плавления. Отметив, что все металлы и их сплавы относятся к кристаллическим телам, предлагают учащимся в таблице найти металлы с наиболее высокой и наиболее низкой температурой плавления. Рассматривают применение тугоплавких металлов и сплавов для создания космических кораблей, реактивных двигателей, для изготовления спиралей тепловых электрических приборов.

Полезно поставить ряд вопросов, вскрывающих понимание учащимися процесса и температуры плавления:

1. Почему чайник, поставленный на включенную электрическую плитку, не распаивается, пока в нем находится вода?

2. Почему стальной ствол орудия не плавится при выстреле, несмотря на то что температура газов при выстреле достигает 3600°С, а температура плавления стали равна 1400°С?

2. УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА ПЛАВЛЕНИЯ И ОТВЕРДЕВАНИЯ

Определение удельной теплоты плавления вводят после анализа графика плавления нафталина, позволяющего установить наличие теплообмена между нагревателем и телом без повышения его температуры и, следовательно, приводящего к мысли о существовании теплоты плавления. Записывают формулу $Q=\lambda m$. Выясняют с учащимися, почему в данной формуле отсутствует удельная теплоемкость тела. Внутренняя энергия плавящегося тела растет, а температура его не повышается. (Значит, теплоемкость плавящегося тела бесконечно велика.)

Изученный материал закрепляют рассмотрением таблицы удельной теплоты плавления веществ и решением задач. При анализе таблицы от учащихся требуют полного ответа на вопрос: «Что показывает величина удельной теплоты плавления вещества?»

После тренировки с данными таблицы обращаются к анализу той части графика, которая относится к отвердеванию, и устанавливают наличие теплоты отвердевания.

При решении задач по данному разделу преимущественно используют прямые задачи на нахождение количества теплоты, необходимого для нагревания и плавления вещества, при этом вначале решают задачи на плавление (отвердевание) тел, взятых при температуре плавления (отвердевания), а затем рассматривают тела при температуре, отличной от температуры плавления (отвердевания). В заключение решают простейшие задачи, в которых по существу используют уравнение теплового баланса.

В учебнике VII класса в упражнении 9 имеется следующая задача:

Какое количество энергии надо для превращения 5 кг льда, взятого при —10°С, в воду с температурой 20°С?

При решении подобных задач нужно обратить внимание учащихся на то, что значение удельной теплоемкости для одного и того же вещества в различных агрегатных состояниях, вообще говоря, различно. Например, при 20°С для воды $c=$ $=4200\ \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{град}}$, а для льда $c=1800\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{град}}$ при -20°С.

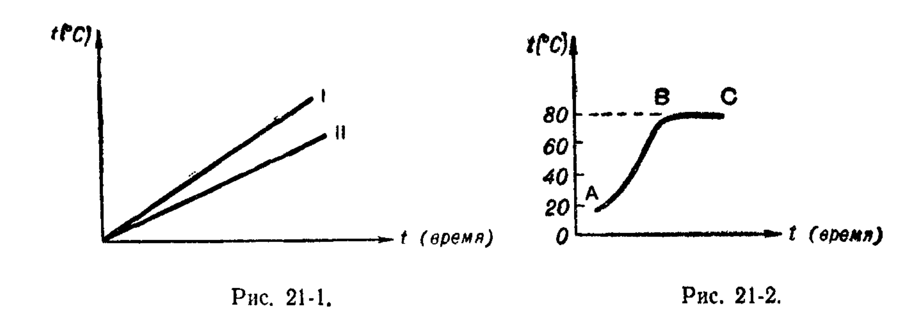


Рис. 21-1. Рис. 21-2.

Наряду с вычислительными задачами особое значение в данной теме имеет также решение графических задач, подобных следующим:

1. **Какие процессы изображены на рисунке 21-1?**
2. **Какой процесс изображен на рисунке 21-2?**

При повторении в конце года в сильных по подготовке классах желательно провести лабораторную работу «Определение удельной теплоты плавления льда». Работу можно включить в заключительный физический практикум, если учитель решит проводить его в VII классе.

Оборудование работы: калориметр, весы с разновесом, сосуд с кусочками тающего льда по 40—50 г, термометр, фильтровальная бумага, чайник с водой при температуре 30—35°C. Порядок проведения ее аналогичен порядку проведения лабораторной работы по определению удельной теплоемкости твердого тела, описанной в учебнике.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАВЛЕНИЯ ТЕЛ В ТЕХНИКЕ

Практическое использование плавления тел демонстрируют, отливая в форму расплавленный свинец. Для этого в кювету помещают слегка влажный песок и вдавливают гаечный ключ. Ключ вынимают, а кювету накрывают картоном с небольшим отверстием в центре. В тигле (железной банке) плавят свинец и выливают в форму через отверстие в картонной крышке.

Учащиеся должны узнать также, что явление плавления тел широко используют в технике и для получения сплавов с нужными свойствами. В зависимости от требований, предъявляемых к сплаву, он может обладать повышенной твердостью, антикоррозийностью, сопротивляемостью разрыву, малой плотностью, низкой температурой плавления. Последнее можно продемонстрировать в классе с двумя вертикально укрепленными на столе проволочками (свинцовой — с температурой плавления 327°C и из третника — 180°C). При кратковременном нагрева-

нии паяльником или в пламени спиртовки проволочка из третника плавится первой.

В завершение темы проводят экскурсию в литейный цех (или показывают кинофильмы о литейном производстве).

4. ИСПАРЕНИЕ. КОНДЕНСАЦИЯ

Изучение испарения можно начать с наблюдения учащимися уменьшения количества вещества при испарении, которое сопровождается понижением температуры испаряющейся жидкости. Для этого на теплоприемник, соединенный с манометром, помещают металлическую коробку, на дно которой наливают немного эфира. По мере испарения эфира жидкость в колене манометра, соединенном с теплоприемником, поднимается. Объясняют явление охлаждением теплоприемника, происходящим в результате испарения эфира.

Желательно также поставить эффектный опыт, демонстрирующий примерзание металлического колпачка спиртовки. В колпачок наливают немного эфира и ставят его на влажную дощечку. Продувают воздух резиновой грушей над поверхностью эфира. Колпачок примерзает к дощечке, что наглядно свидетельствует о понижении температуры испаряющейся жидкости.

Анализируя опыты, объясняют учащимся, что при испарении жидкости отдельные наиболее быстро движущиеся молекулы могут вылететь с поверхностного слоя наружу. Эти молекулы обладают кинетической энергией, большей или равной работе, которую необходимо совершить против сил сцепления, удерживающих их внутри жидкости. При этом температура жидкости, определяемая средней скоростью беспорядочного движения молекул, понижается[1]. Понижение температуры жидкости свидетельствует о том, что внутренняя энергия испаряющейся жидкости уменьшается. Часть этой энергии расходуется на преодоление сил сцепления и на совершение расширяющимся паром работы против внешнего давления. С другой стороны, происходит увеличение внутренней энергии той части вещества, которая превратилась в пар вследствие увеличения расстояния между молекулами пара по сравнению с расстоянием между молекулами жидкости. Поэтому внутренняя энергия единицы массы пара больше, чем внутренняя энергия единицы массы жидкости при той же температуре.

Далее выясняют, от чего зависит испарение. Увеличение испарения в связи с повышением температуры можно показать на следующем опыте. На чашки технических весов ставят по кристаллизатору: один — с горячей водой, другой — с холод-

---

[1] Учителю нужно иметь в виду, что температура пара остается равной температуре жидкости, так как при вылете молекулы теряют часть своей энергии.

ной. Весы уравновешивают. Пока учащиеся зарисовывают схему опыта, становится заметным нарушение равновесия весов. Масса горячей воды уменьшается быстрее, чем холодной.

Зависимость испарения от размера свободной поверхности жидкости можно показать так. На весах уравновешивают пробирку и кристаллизатор с легко испаряющейся жидкостью, например с эфиром. Наблюдают, как постепенно поднимается та чашка весов, на которой установлен сосуд с большей свободной поверхностью жидкости.

На примерах и опытах нужно также показать зависимость испарения от скорости удаления паров с поверхности жидкости. Учащиеся хорошо знают, что в ветреную погоду белье, вывешенное для просушки, высыхает быстрее, чем в тихую; быстрее просыхает пол после влажной уборки, если открыть окна в квартире. Продемонстрировать зависимость испарения от скорости удаления паров с поверхности жидкости можно с помощью следующего опыта. На колбы, соединенные с манометром, кладут одинаковые фланелевые тряпочки, смоченные спиртом. На одну из колб направляют воздушный поток от вентилятора и по показаниям манометра сразу обнаруживают, что испарение резко возрастает.

Зависимость скорости испарения от рода вещества испаряющейся жидкости можно показать так. Заготавливают лист чистой бумаги с названиями исследумых жидкостей (эфир, спирт, вода, масло). На лист с помощью кисточек, смоченных различными жидкостями, наносят несколько полосок. Затем края листа смачивают водой (как клеем) и накладывают на оконное стекло в физическом кабинете. При дневном освещении места́, смоченные жидкостями, хорошо видны в проходящем свете. В вечернее время лист бумаги укрепляют в штативе и используют подсвет. Сначала исчезает пятно от эфира, затем от спирта, воды, и, наконец, останется одна масляная полоска.

При изучении данных вопросов возможна и иная последовательность: вначале предлагают учащимся на основе молекулярно-кинетических представлений предсказать, как будет зависеть скорость испарения жидкости от температуры, размера свободной поверхности жидкости и ветра, а затем проверить предположения опытом. Таким путем целесообразно изучать материал в более подготовленных классах.

Испарение твердого тела лучше показать, пользуясь искусственным льдом, если представляется такая возможность. Медленно и не так наглядно идет испарение нафталина и снега. Поэтому наблюдение за их испарением можно дать в качестве домашнего задания всему классу [23].

Полезно давать учащимся на дом творческие задачи по физике, например:

На раскаленную пластинку, плиту или сковородку пустите капли воды и пронаблюдайте за скоростью испарения этих капель. Объясните, почему

при очень высокой температуре пластинки капля на ее поверхности держится неожиданно долго не испаряясь?

Объясняют это тем, что «пары поддерживают каплю в воздухе. Слой пара, поддерживающий каплю во взвешенном состоянии, изолирует ее от металла, и она долго не испаряется»[1].

В качестве примеров использования законов испарения можно указать на разбрызгивание воды в горячих цехах для охлаждения воздуха, на использование сушильных камер, где ускорения процесса испарения жидкостей (из овощей, семян, древесных пород) достигают повышением температуры и вентиляцией нагретого воздуха.

Дают некоторые сведения о роли испарения в природе.

Всего с поверхности Земли за год испаряется в среднем 518 600 км^3 воды. Этого количества воды достаточно, чтобы покрыть всю поверхность земного шара слоем бо́льшим, чем 1 м. Столько же в течение года выпадает осадков.

1 га хлопчатника расходует примерно за лето на испарение 4—8 тыс. т воды; растение кукурузы испаряет в среднем за сезон 200—300 л воды. Количество теплоты, которое расходует одно растение кукурузы на испарение, примерно соответствует количеству теплоты, выделяющейся при сгорании 16,7—25,1 кг каменного угля.

5. КИПЕНИЕ

Кипение — это особый вид парообразования, отличный от испарения. Поэтому при изучении кипения обращают внимание на внешние признаки явления, на постоянство температуры кипения.

Демонстрируют кипение воды в колбе и объясняют его. Описание внешней картины явления связывают с выявлением следующего: на стенках сосуда появляется большое количество мелких пузырьков; объем пузырьков увеличивается и начинает сказываться подъемная сила; внутри жидкости происходят более или менее бурные и неправильные движения пузырьков. На поверхности пузырьки лопаются. Процесс всплывания и разрушения пузырьков, заполненных воздухом с паром, на поверхности жидкости характеризует кипение. Вводят понятие температуры кипения.

С целью увеличения наглядности образования пузырьков пара внутри жидкости можно кипятить жидкость, предварительно долго кипевшую. В этом случае можно наблюдать образование крупных пузырей пара с воздухом.

При выполнении лабораторной работы по теме учащиеся продолжают наблюдение кипения. После проведения работы

---

[1] Разумовский В. Г. Творческие задачи по физике в средней школе. М., 1966.

полезно сравнить полученный график с графиком плавления и кристаллизации нафталина или льда.

Понимание особенностей кипения будет более полным при сравнении его с испарением. Учащиеся должны ясно представлять, что общего между кипением и испарением и в чем состоит существенное различие между ними. Кипение, как и испарение,— это парообразование. Испарение происходит с поверхности жидкости при любой температуре и любом внешнем давлении, а кипение — это парообразование во всем объеме жидкости при определенной для каждого вещества температуре, зависящей от внешнего давления.

В качестве домашнего задания всему классу предлагают внимательно пронаблюдать и запомнить, как начинает закипать и как кипит вода в открытом сосуде.

В учебнике и в программе не рассматривается вопрос о зависимости температуры кипения от внешнего давления, но дать его в осведомительном порядке весьма полезно.

Зависимость точки кипения от давления целесообразно показать на следующей установке. Берут пробирку, заполненную на одну треть водой. Нагревают воду в пробирке до кипения и, вставив в пробирку резиновую грушу, быстро сжимают ее. Кипение прекращается, хотя вода продолжает нагреваться. Убирают нагреватель. Быстро разжимают руку с резиновой грушей и вновь наблюдают кипение жидкости. Известный опыт с кипением воды под колоколом насоса более трудоемкий и показывает только понижение точки кипения при уменьшении давления. Опыт с кипением воды в перевернутой колбе, поливаемой холодной водой, требует дополнительных пояснений относительно уменьшения давления при охлаждении и конденсации пара. Его лучше показать в завершение темы для закрепления материала. При этом следует брать круглодонную, а не плоскодонную колбу, во избежание ее разрушения атмосферным давлением.

Зависимость температуры кипения от давления объясняют тем, что внешнее давление препятствует росту пузырьков пара внутри жидкости. Поэтому при повышенном давлении жидкость кипит при более высокой температуре. При изменении давления точка кипения меняется в более широких пределах, чем точка плавления.

В качестве технической установки, демонстрирующей зависимость точки кипения от повышения давления, используют котел Папина. При объяснении устройства котла необходимо подчеркнуть роль приспособления для регулировки давления пара. Оно не только выполняет функции предохранительного устройства, но и обеспечивает кипение воды в котле при определенной температуре.

Конденсация. После изучения парообразования логично поставить вопрос о противоположном процессе—конденсации пара.

Вновь проводят кипячение воды в колбе и наблюдают образование пара. Ставят на пути струи пара холодный предмет, например лист железа, и наблюдают появление на его нижней поверхности капелек воды.

Далее следует показать конденсацию паров, находящихся в воздухе. С этой целью наливают эфир в пробирку или стакан и продувают воздух, пока на стенках пробирки или стакана не появятся капельки воды.

Наблюдаемые явления используют для объяснения круговорота воды в природе, образования тумана, выпадения росы.

Удельная теплота парообразования и конденсации. Проще продемонстрировать наличие теплоты конденсации, чем парообразования, поэтому изложение вопроса начинают с демонстрации следующего опыта. Конец резиновой трубки, присоединенный к колбе с кипящей водой, опускают в стакан с холодной водой. Пар, попадая в стакан, охлаждается и конденсируется, о чем свидетельствует повышение уровня воды в стакане. Нагревание воды в стакане обнаруживают с помощью термометра. Налив в стакан столько же кипятка, сколько сконденсировалось пара, мы получим значительно меньшее повышение температуры.

Рассказывают о проявлении этого явления в природе и использовании в технике. Обращают внимание на данные таблицы зависимости удельной теплоты парообразования от температуры. Эти сведения окажутся полезными при изучении темы «Тепловые двигатели».

В заключение решают задачи. Приемы решения задач на парообразование и конденсацию аналогичны решению задач на нахождение теплоты плавления. Теплоту парообразования выражают формулой $Q=Lm$, где L — удельная теплота парообразования.

В качестве примера использования энергии, выделяющейся при конденсации пара, рассматривают систему парового отопления.

ГЛАВА 22

ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Тема «Тепловые двигатели» имеет ярко выраженную политехническую направленность, которая позволяет учителю тесно связать многие теоретические вопросы с их практическим применением в жизни. Вместе с тем, как показывает опыт, имеется опасность и такого изучения, когда физическое содержание процессов, происходящих в тепловых двигателях, отодвигается на второй план и подменяется описанием технических деталей. Основной же задачей при изучении данной темы является расширение представлений учащихся о превращении энергии

молекул (кинетической и потенциальной) в механическую энергию тела и механической энергии во внутреннюю в соответствии с законом сохранения и превращения энергии.

Таким образом, первая часть задачи состоит в изучении физических основ работы тепловых двигателей. Вторая часть задачи охватывает изучение конструктивных особенностей тепловых двигателей.

В VII классе программой предусмотрено изучение устройства и действия поршневых двигателей внутреннего сгорания и паровых турбин.

Изучение темы должно показать учащимся, что пар или газ может совершить работу только тогда, когда он не находится в тепловом или механическом равновесии с окружающей средой; процесс преобразования внутренней энергии газа, пара в механическую может быть осуществлен с помощью различных двигателей: поршневых и роторных; в паровом двигателе внутренняя энергия сгоревшего топлива преобразуется в механическую посредством расширения пара; в двигателях внутреннего сгорания (д. в. с.) это преобразование происходит посредством расширения нагретого газа; непременным условием работы любого теплового двигателя является наличие нагревателя (разности температур), рабочего тела, холодильника и тела, механическая энергия которого увеличивается; важной характеристикой при оценке экономичности тепловых двигателей является к. п. д.

Общее для всех поршневых двигателей не только наличие цилиндра и поршня, т. е. конструктивное сходство, но и то, что в них термодинамический процесс не разделен в пространстве, а только лишь во времени, тогда как в турбинах, реактивных двигателях термодинамический процесс разделен и в пространстве, и во времени. Эти соображения дают основание изучать тепловые двигатели в два этапа: вначале поршневые двигатели, как более простые в термодинамическом отношении, а затем турбины.

Примерное распределение учебного материала темы по урокам может быть следующим:

1-й урок. Работа расширения газа и пара. Двигатель внутреннего сгорания.

2-й урок. Паровая турбина. Коэффициент полезного действия тепловых двигателей.

3-й урок. Учебная экскурсия по теме «Тепловые двигатели».

1. РАБОТА РАСШИРЕНИЯ ГАЗА. ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В теме «Теплопередача и работа» речь шла в основном об изменении внутренней энергии путем теплообмена. Теперь следует подробно рассмотреть вопрос об изменении внутренней

энергии посредством совершения работы и о практическом использовании этого явления в тепловых двигателях.

Расширение рабочего тела — самый важный процесс в работе любого теплового двигателя. Поэтому данное обстоятельство нельзя упускать из виду.

С помощью демонстраций нужно показать учащимся, что газ, имеющий избыточное давление по сравнению с окружающей средой, может совершить работу расширения за счет изменения своей внутренней энергии. Опыт может быть проведен на следующей установке.

В стеклянный цилиндр с отверстием на стенке около днища помещают картонный поршень. Отверстие в стеклянном цилиндре со стенками не тоньше 2,5—3 мм протачивают точильным корундовым кругом. Пульверизатором впрыскивают в цилиндр через отверстие рабочую смесь — бензин с воздухом или протирают стенки цилиндра тампоном, смоченным бензином. Убирают пульверизатор и подносят пламя спички к отверстию цилиндра. Смесь воспламеняется, и поршень (картонный) выбрасывается из стеклянного цилиндра.

В данном опыте тепловое неравновесное состояние газа по отношению к окружающей среде было создано за счет химической энергии топлива.

Двигатель внутреннего сгорания с внешним смесеобразованием (карбюраторный) действительно является тепловым двигателем (в термодинамическом смысле слова), так как он самостоятельно, непрерывно превращает внутреннюю энергию топлива в механическую посредством тепловых процессов. Паровая турбина, взятая изолированно, не является тепловым двигателем, а представляет собой механизм, преобразующий энергию рабочего тела в механическую. Роль теплового двигателя выполняет вся паровая установка.

Эффектную демонстрацию принципов действия д. в. с. нетрудно осуществить следующим образом. Для этой цели цилиндр спирометра освобождают от штуцера, в образовавшееся отверстие вставляют пробку с оголенным проводом, вводят в

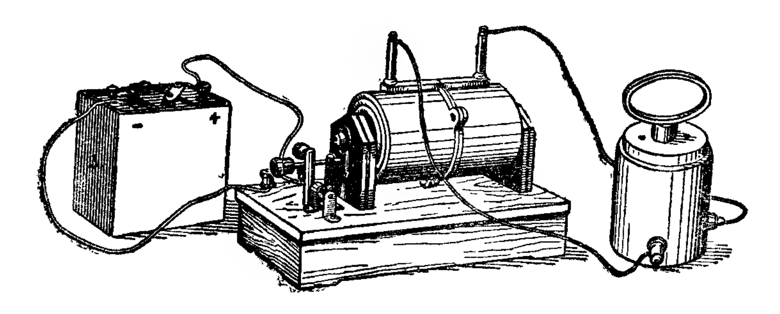


Рис. 22-1.

цилиндр 2—3 капли бензина и соединяют выходные клеммы катушки Румкорфа (или электрофорной машины) с проводами. При проскакивании искры смесь взрывается и поршень выбрасывается вверх.

Чугунный цилиндр с вмонтированной в него автомобильной свечой выпускается Главучтехпромом (рис. 22-1).

После опыта рассказывают об устройстве и действии четырехтактного двигателя внутреннего сгорания, используя модель (рис. 22-2). Обращают внимание учащихся на наличие в д. в. с. нагревателя (цилиндр), рабочего тела (газообразные продукты сгорания), тела, механическая энергия которого увеличивается (поршень).

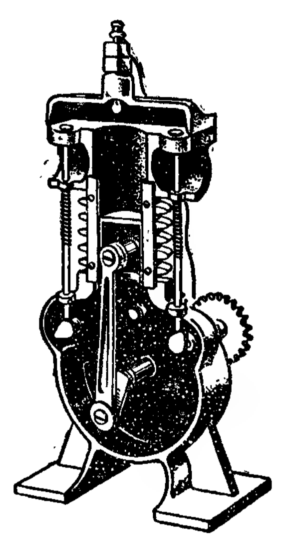


Рис. 22-2.

При объяснении устройства и действия д. в. с. следует использовать также плакаты, кинофильмы и зарисовки на доске. В фильмотеках имеется кинофрагмент «Четырехтактный двигатель». Натурные и мультипликационные кадры в нем знакомят с принципом действия д. в. с., с внешним видом двигателя. В кинофрагменте демонстрируется четыре такта работы д. в. с.: всасывание, сжатие, рабочий ход и выпуск отработавших газов. Положение клапанов показано крупным планом. При наличии времени полезно продемонстрировать кинокольцовку «Работа четырехцилиндрового четырехтактного карбюраторного двигателя». В ней показываются процессы, происходящие в четырехтактном двигателе внутреннего сгорания.

Учащиеся должны уметь выполнять схематические рисунки четырех тактов двигателя и объяснять происходящие при этом в д. в. с. процессы.

2. ПАРОВАЯ ТУРБИНА

Турбина так же, как и поршневые машины, преобразует внутреннюю энергию топлива в механическую посредством теплового расширения рабочего тела. Но конструктивно турбины отличаются от тепловых двигателей поршневого типа: в них поступательно-возвратное движение поршня заменено вращением колеса с лопатками.

Двигатель внутреннего сгорания имеет сравнительно малое число оборотов маховика из-за поступательно-возвратного движения поршня, которое приводит к нежелательным нагрузкам и вибрациям (этот недостаток присущ вообще всем поршневым двигателям).

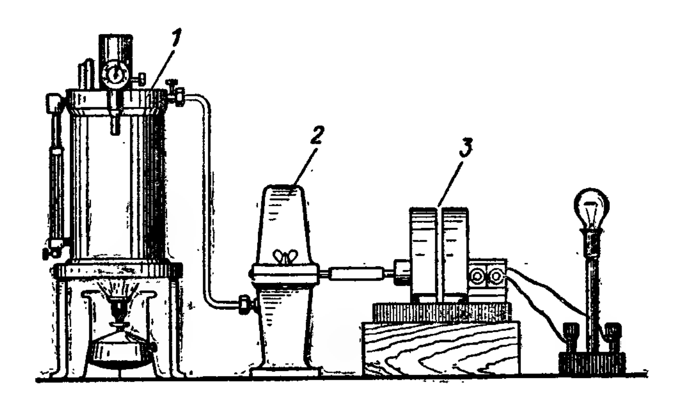


Рис. 22-3.

В паровой турбине нет поступательно-возвратных движений частей (поршня, штока, шатунно-кривошипного устройства), что выгодно отличает ее от д. в. с. В турбине кинетическая энергия струй пара при изменении направления их движения лопатками диска увеличивает его кинетическую энергию. В результате этого внутренняя энергия пара уменьшается, падает его температура и давление. При объяснении паровой турбины демонстрируют ее работу с помощью турбины Главучтехпрома (рис. 22-3) или в крайнем случае показывают самодельную турбину. Полезно продемонстрировать не только преобразование химической энергии топлива во внутреннюю энергию пара и частичное преобразование энергии пара в механическую энергию вращающегося диска, но и дальнейшее преобразование энергии. С этой целью соединяют вал турбины с валом генератора, к клеммам которой присоединяют маловольтную лампочку.

Учащимся сообщают, что в соответствии с «Основными направлениями развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг.», принятыми на XXV съезде КПСС, в СССР создают энергетические блоки мощностью 500, 800 и 1200 тыс. кВт, газовые турбины на 100 тыс. кВт.

3. КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ДВИГАТЕЛЯ

С понятием «коэффициент полезного действия» школьники уже встречались при изучении простых механизмов, где к. п. д. определяется как отношение полезной работы $A_п$ к затраченной работе A. При этом было введено соотношение к. п. д. $= \frac{A_п}{A} < 1$, так как $A_п < A$.

Эти сведения полезно восстановить в памяти учащихся и использовать при изучении данной темы.

Школьникам разъясняют, что любой тепловой двигатель превращает в механическую энергию сравнительно небольшую часть той энергии, которая получается при сжигании топлива. Бо́льшая часть энергии отдается окружающей среде.

Поэтому, естественно, возникает вопрос о коэффициенте полезного действия (к. п. д.) двигателя, под которым понимают отношение энергии, необходимой для совершения работы, ко всей энергии, выделившейся при сгорании топлива.

Если останется время на уроке или на внеклассных занятиях, желательно ознакомить учащихся с историей изобретения и развития тепловых двигателей.

Полезно привести данные, характеризующие рост к. п. д. паровой машины. Так, например, к. п. д. в первых конструкциях паровой машины Уатта достигал всего 2,8%. К. п. д. современных паровых турбин около 30%, а двигателей внутреннего сгорания — 20—40%.

4. ЭКСКУРСИЯ В ТЕПЛОВОЗНОЕ ДЕПО

Во время экскурсии могут быть изучены следующие вопросы.

I. *Общие сведения о тепловозе*

Тип тепловоза (в зависимости от вида передачи от двигателя на ведущие колеса). Серия тепловоза. Мощность локомотива. Коэффициент полезного действия. Максимальная скорость, развиваемая тепловозом в рабочих условиях. Вес и его габариты. Основные части тепловоза (двигатель, передаточное устройство от двигателя к колесам, ходовая часть, кузов и холодильник). Количество колес и ширина их рабочей части.

II. *Двигатель тепловоза*

Тип двигателя (поршневой или турбина). Количество цилиндров. Число оборотов в минуту. Расход топлива двигателя на холостом ходу за определенный промежуток времени. Вид топлива. Способы охлаждения двигателя.

III. *Силовая передача*

Вид передачи (непосредственного действия, гидравлическая, механическая или электрическая). Вид механической передачи тягового усилия к колесам. Каким образом осуществляется движение тепловоза в прямом и обратном направлениях?

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

ГЛАВА 23

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ. СТРОЕНИЕ АТОМА

1. ОБ ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА I СТУПЕНИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Программой по физике на раздел «Электричество» в VII классе выделено 43 часа, т. е. примерно 30% всего учебного времени по физике на этой ступени обучения.

При первом знакомстве с электрическими явлениями учащиеся получают сведения о строении атома. Это создает необходимые условия для объяснения электрических явлений на основе электронных представлений.

Электрические явления изучают в трех темах: «Строение атома», «Сила тока, напряжение, сопротивление», «Работа и мощность тока».

Тема «Строение атома» (5 час.) (гл. 23) включает изучение простейших электростатических явлений, первоначальных сведений о строении атома и объяснение электростатических явлений на основе электронных представлений.

Тема «Сила тока, напряжение, сопротивление» (19 час) (гл. 24) — центральная тема всего раздела «Электричество». В ней изучают вопросы об электрическом токе, электрической цепи, источниках тока, силе тока, сопротивлении, напряжении, закон Ома для участка цепи, рассматривают последовательное и параллельное соединения проводников и дают навыки по расчету общего сопротивления разветвленного участка цепи.

В теме «Работа и мощность тока» (5 час.) (гл. 25) дают понятия работы и мощности тока, изучают единицы работы и мощности, тепловое действие тока и его различные применения.

В связи с изучением электрических явлений программа предусматривает формирование у учащихся целого ряда практических умений и навыков и прежде всего таких, как сборка простейших электрических цепей, включение измерительных приборов, измерение силы тока и напряжения, определение сопротивления проводников, работы и мощности тока, тепловой отдачи электронагревателей. Все это определяет познавательное и политехническое значение данного раздела курса физики на I ступени обучения.

Изучение электрических явлений чрезвычайно важно также для формирования диалектико-материалистического мировоззрения учащихся, для развития их логического мышления.

Здесь впервые дают понятие об электрическом поле, показывают своеобразные черты поля по сравнению с другой формой материи — веществом. Учащиеся на различных примерах убеждаются во взаимосвязи явлений, в их реальности, причинной обусловленности.

В основу изложения электрических явлений на I ступени обучения в настоящее время положены наряду с экспериментом и электронные представления, и представления об электрическом поле.

В VII классе изучают (в осведомительном плане) опыт Иоффе—Милликена. Это дает возможность ввести понятие об электроне. Знакомство с опытом Резерфорда позволяет объяснить строение атома.

В процессе преподавания взаимоотношение эксперимента и теории может быть различным. Но в основном возможны два способа изложения, а выбор одного из них в каждом конкретном случае определяется, в первую очередь, возрастными особенностями учащихся, уровнем их предшествующей подготовки, запасом имеющихся у них знаний и умений.

При первом способе изложения применительно к рассматриваемой нами теме вначале учащимся демонстрируют явления, накапливают и обобщают факты, а потом их объясняют на основе введенных электронных представлений. При втором способе вначале вводят электронные представления и на основе их теоретически анализируют различные демонстрируемые на уроке явления, экспериментально вскрывают особенности этих явлений, а иногда и предсказывают, как будет протекать явление при заданных условиях.

Второй вариант изложения материала может дать многое для развития логического мышления, может дать экономию в учебном времени, но он все же сложен и труден для учащихся VII класса. Поэтому мы высказываемся за первый вариант изложения.

Опыты Иоффе—Милликена и Резерфорда весьма сложны и требуют для глубокого их рассмотрения серьезных теоретических знаний и математических расчетов. Для учащихся VII класса, получающих только первоначальные сведения об электрических явлениях, должно быть дано лишь качественное описание данных опытов. Но и при этом учащиеся знакомятся с экспериментальным обоснованием представлений об электронах и ядерном строении атома. К этим представлениям учащиеся подводятся логическим путем.

В VII классе при изучении темы «Строение атома» следует вначале демонстрировать простейшие электростатические явления, а потом, введя качественным, описательным путем понятие о дискретности электрического заряда, представление об электроне (опыт Иоффе—Милликена) и ядерном строении атома (опыт Резерфорда), можно дать объяснение электроста-

тическим явлениям с точки зрения электронных представлений. В последующих же темах («Сила тока, напряжение, сопротивление», «Работа и мощность тока») электронные представления и представления об электрическом поле все время должны использоваться при объяснении физической сущности изучаемых явлений.

Так, например, электрический ток следует рассматривать как упорядоченное движение электронов или ионов под действием электрического поля. Учащимся также должно быть объяснено, что работу в электрической цепи совершает не ток, а электрическое поле, причем взаимодействие электронов с ионами металла определяет ту часть энергии, которая необратимо превращается во внутреннюю энергию проводника. Напряжение можно вводить как физическую величину, характеризующую электрическое поле, являющееся причиной тока.

В процессе формирования понятия об электрических явлениях и величинах, их характеризующих, необходим учет жизненного опыта, который имеют уже учащиеся VII класса. С электрическими явлениями они встречаются в быту, в природе и имеют некоторые навыки обращения с электрическими приборами. Использование этих пусть не систематических и отрывочных знаний будет в немалой степени способствовать быстрому и глубокому усвоению учебного материала.

Вместе с тем не следует и переоценивать запас знаний учащихся об электричестве. Школьники, привыкая к широкому применению электрических приборов в современной жизни, не всегда задумываются над принципами их действия и протекающими в них явлениями. В ряде случаев они не могут не только объяснить, но и описать многие широко распространенные в быту явления.

Кроме того, бытовой смысл многих знакомых учащимся терминов даже затрудняет уяснение их физической сущности. Например, исходя из обычного смысла слова «источник», учащиеся с детства привыкают к мысли, что источник тока создает электрические заряды. Такие представления в процессе обучения должны быть исправлены и дополнены.

Необходимо учитывать, что электрические явления воспринимают по их действиям. Так, собрав электрическую цепь, демонстрируют не электрический ток, его сущность, а лишь действия тока и их следствия — свечение лампы, отклонение стрелок приборов. Сущность происходящих в цепи явлений и процессов вскрывают более сложными физическими опытами, изучение большинства которых не предусмотрено программой VII класса.

Отсутствие у человека непосредственного чувственного восприятия электрических явлений затрудняет их первоначальное изучение. Поэтому нужно создавать конкретные образы этих явлений и вскрывать их физическую сущность. Создание же

таких образов возможно при применении различных аналогий и сравнений. Поэтому применение аналогий и сравнений при изучении электрических явлений в VII классе особенно важно и полезно.

При изучении электрических явлений применяли следующие аналогии:

гидродинамическую аналогию, в которой электрический ток сравнивают с движением воды;

аэродинамическую аналогию, в которой электрический ток уподобляют движению газа;

тепловую аналогию, в которой электрический ток сопоставляют с процессом передачи теплоты;

механические аналогии, в которых электрический ток сравнивают с движением дискретных частиц (шариков, песчинок).

Не все из указанных аналогий в научном отношении состоятельны. Так, аналогия с теплотой явно устарела и в настоящее время не может применяться. Механические аналогии в большинстве случаев также нецелесообразны, так как они могут привести к неправильным выводам.

Из аэродинамической и гидродинамической аналогий предпочтение надо отдать последней. Гидродинамическая аналогия наиболее доступна на первых порах обучения. Учащиеся легче всего связывают электрический ток именно с течением воды, а не с движением газа, которое само по себе еще не так очевидно и наглядно для учащихся. Движение воды можно выразительно продемонстрировать в классе, пользуясь сравнительно простыми установками, чего нельзя сказать про движение газа.

Уместно напомнить, что при изучении электрических явлений в науке в первую очередь также применяли гидродинамические аналогии. Об этом весьма ярко говорит сама терминология: «сила тока», «электрический ток», «падение напряжения». Все эти термины перенесены по аналогии из гидродинамики.

Для демонстрации гидродинамической аналогии электрической цепи можно применять специальную установку, состоящую из насоса, турбины, трубок и крана, соединенных в замкнутую гидравлическую систему. Схема этой установки дана на рисунке 23-1, а сама демонстрационная установка показана на рисунке 24-4.

Считая полезным применение аналогий при изучении электрических явлений, следует вместе с тем указать и на их ограниченность. Аналогии можно применять лишь в тех границах, где они имеют смысл и не приводят к неправильным в научном отношении представлениям.

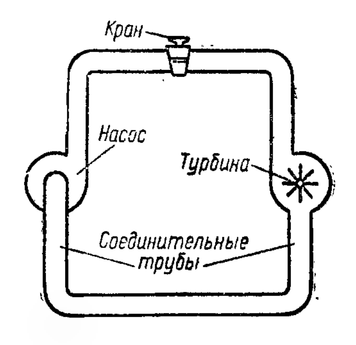


Рис. 23-1.

Необходимо заметить, что в учебнике для VII класса есть ссылки на аналогичные явления, но аналогии при этом подробно не описаны. Это не следует принимать как отказ от аналогий. Преподаватель на уроке, когда надо разъяснить сложный материал, преодолеть определенные трудности, возникшие у учащихся в понимании сущности явлений, должен прибегать к аналогиям и сравнениям.

В силу возрастных особенностей учащихся в ряде случаев в средней школе, и особенно в VI и VII классах, нет возможности давать строгие определения величин и единиц по ГОСТу (например, в единицах СИ). Поэтому при сообщении первоначальных сведений возможны некоторые упрощения, но все же нецелесообразен полный отход от принятых стандартов.

Учебный материал темы «Строение атома» можно распределить по урокам примерно следующим образом:

1-й урок. Электризация тел. Взаимодействие наэлектризованных тел. Два рода зарядов.

2-й урок. Устройство и принцип действия электроскопа. Проводники и непроводники электричества. Понятие об электрическом поле.

3-й урок. Схема опыта Иоффе—Милликена. Дискретность электрического заряда. Электрон.

4-й урок. Строение атома. Схема опыта Резерфорда. Ядерная модель атома. Ядро и электронная оболочка.

5-й урок. Объяснение электростатических явлений на основе электронных представлений, применения электростатических явлений в технике.

2. ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Изучение электростатических явлений в теме «Строение атома», как уже говорилось выше, предшествует рассмотрению электродинамических явлений. Глубокое и сознательное усвоение таких понятий, как электрические заряды, их взаимодействие, электрическое поле, принципиально необходимо для выяснения природы электрического тока.

Согласно выдвинутым выше принципиальным положениям при изучении электростатических явлений первостепенное значение должен иметь демонстрационный эксперимент.

Особенность демонстраций электростатических явлений заключается в том, что в этих опытах используют весьма незначительные количества электричества при очень высоких разностях потенциалов. Поэтому необходимо применять ряд специальных мер для устранения возможных утечек зарядов.

В опытах по электростатике применяют наиболее высококачественные изоляторы: слюду, органическое стекло, фарфор. Но даже с лучшими изоляторами опыты могут не удаваться, если

поверхность изоляторов загрязнена или на ней находится влага от осевших водяных паров. Поэтому приборы перед демонстрациями необходимо тщательно просушивать, а помещение проветривать, не смущаясь даже тем, что относительная влажность воздуха на улице больше, чем в помещении. При низкой температуре воздуха на улице и сравнительно высокой температуре в помещении абсолютная влажность воздуха в кабинете все же, как правило, больше, чем на улице. Мешает демонстрациям по электростатике также ионизация воздуха, возрастающая при зажигании газовых горелок, при работе индукционной катушки. Изолирующие свойства воздуха также очень ухудшаются от дыма при курении.

Для просушивания электростатических приборов можно использовать плитки, обогревательные рефлекторы или другие нагреватели. Но целесообразнее для этой цели изготовить в каждом кабинете специальный обогреватель, в котором установлены электрические лампы, а над ними натянута металлическая сетка (см. рис. 6-3; металлическая сетка на рисунке не показана). Четыре электрические лампы соединяют в две параллельные ветви, по две последовательно соединенные лампы в каждой.

Электризация тел. Электрические заряды. Изучение электростатических явлений начинают с демонстрации электризации тел. Обычно говорят об электризации при трении. В действительности электризация тел происходит при соприкосновении, а к трению в опытах прибегают для увеличения площади соприкосновения тел. Поэтому правильнее говорить об электризации тел при соприкосновении. Необходимо подчеркивать, что после соприкосновения тела разделяют. Опыты по электризации тел общеизвестны. Демонстрации проводят с помощью эбонитовой палочки и палочки из органического стекла. Очень удобны пластинки для электризации (эбонитовая, из органического стекла и металла).

Обратим внимание на одну особенность эбонита, затрудняющую постановку опытов с применением эбонитовых палочек и эбонитовых изоляторов в приборах. Поверхность эбонита при длительном хранении на свету становится электропроводной, и естественно, что такая эбонитовая палочка практически не электризуется. Электропроводный поверхностный слой эбонита удаляют чаще всего механически наждачной бумагой. Хранить эбонитовые палочки следует в темноте.

Учащиеся должны уяснить, что электризуются все тела: и диэлектрики, и металлы. Электризацию металлов проще всего осуществить следующим образом.

Металлическую пластинку на изолирующей ручке из набора по электризации трут о пластинку из органического стекла. Если после этого металлическую пластинку поднести к гильзе из алюминиевой фольги, подвешенной на изолирующей нити, то

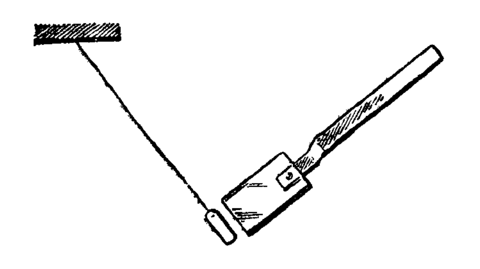


Рис. 23-2.

гильза притянется к металлической пластинке (рис. 23-2). Значит, металл электризуется. Опыт может быть также осуществлен с помощью латунной трубки на эбонитовой ручке.

На этом же опыте показывают одновременную электризацию обоих соприкасающихся тел. Гильза притягивается как к металлической пластинке, так и к пластинке из органического стекла.

Учащимся сообщают, что все продемонстрированные явления были замечены еще в глубокой древности. В древней Греции подобные явления наблюдали при прядении шерсти с помощью веретен из янтаря (окаменевшей смолы). Поэтому ученые, впервые описавшие эти явления, назвали их электрическими (по-гречески янтарь — электрон).

Важно подчеркнуть, что электрический заряд всегда связан с каким-либо телом (частицей) и не может существовать сам по себе, так как он характеризует определенные свойства частиц (или тел), а именно свойство взаимодействовать вполне определенным образом друг с другом посредством электрических полей. Электризуются все тела без исключения, наэлектризованные тела проявляют свои свойства по отношению ко всем другим телам.

Однако было бы неправильно полагать, что понятие электрического заряда таким образом уже сформировано. Это понятие сложное. Формирование его проводится в процессе изучения всех электрических явлений в VII классе и далее продолжается на II ступени обучения физике.

Понятие о двух родах электричества вводят на основе изучения взаимодействия «наэлектризованных» тел. Для этого электризуют линейку из органического стекла и кладут ее на острые углы или подвешивают на нити [17, рис. 41—42]. Поочередно подносят к уравновешенной наэлектризованной линейке наэлектризованные палочки из эбонита и оргстекла, обнаруживают поворот линейки, показывающий, что в первом случае происходит притяжение, а во втором — отталкивание линейки. Может быть продемонстрировано также взаимодействие одноименно и разноименно заряженных гильз, подвешенных на изолирующих нитях.

Надо учитывать, что при электризации на одном и том же теле при трении о разные предметы могут получаться заряды разных знаков. Например, эбонит при трении о мех и шелк электризуется отрицательно, а при трении о резину и бумагу — положительно. Часто это не учитывают и ошибочно говорят

всегда об отрицательном заряде, получающемся при электризации эбонита. В этом случае возможна большая путаница и неудача в опытах. Очень стабильны в этом отношении свойства органического стекла, которое при трении его о мех, резину и шелк заряжается положительно [1].

Следует показать опыт по нейтрализации разноименных зарядов. Лучше всего это сделать с помощью пластинок из эбонита и оргстекла. После электризации трением каждая из пластинок притягивает гильзы или другие легкие предметы, а после соединения пластинок это свойство исчезает.

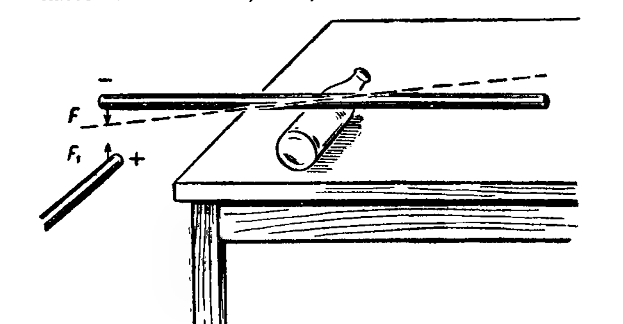
Обычно при электризации показывают притяжение и отталкивание легких тел: кусочков бумаги, бузиновых шариков. Желательно, однако, показать, что возникающие при этом силы, получившие название электрических, могут приводить в движение и более массивные тела (рис. 23-3).

Важно продемонстрировать притяжение наэлектризованным телом не только твердых тел, но и жидкостей и газов. Н. М. Шахмаев рекомендует показать притяжение наэлектризованной палочкой тонкой струи воды, подкрашенной мелом или молоком, а также притяжение двуокиси азота NO_2, имеющей ярко-бурый цвет. Вытекание двуокиси азота получают в результате реакции между медными опилками и азотной кислотой, помещенных в какой-нибудь сосуд с краном [2]. Для обеспечения достаточной видимости целесообразно первый опыт демонстрировать на черном, а второй — на белом фоне.

После изучения электризации тел и взаимодействия зарядов можно рассмотреть вопрос об электроскопе или об электрическом поле. Возможны обе последовательности изложения материала, но целесообразнее все же вначале рассмотреть устрой-

[1] Однако внесение красителей в органическое стекло может оказать влияние на знак электрического заряда, образующегося при трении о него указанных материалов.

[2] См.: Перышкин А. В. и др. Методика преподавания физики в восьмилетней школе. М., 1963, с. 227.



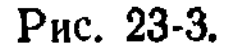


Рис. 23-3.

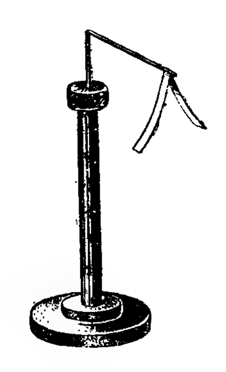


Рис. 23-4.

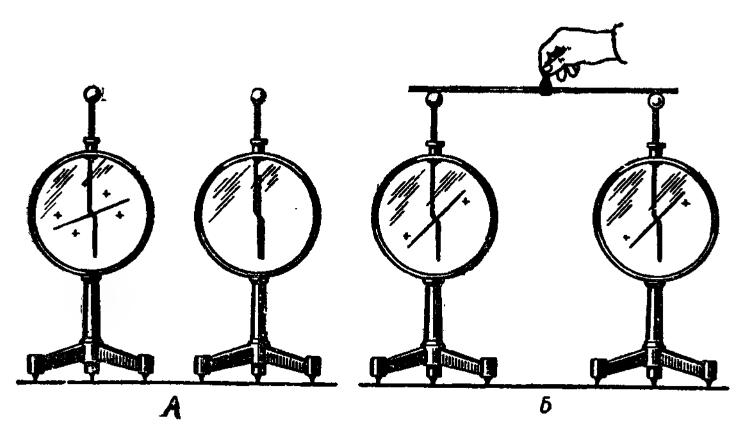


Рис. 23-5.

ство электроскопа, а потом уже перейти к более сложному вопросу — понятию об электрическом поле.

Принцип действия электроскопа демонстрируют вначале с помощью двух полосок бумаги, подвешенных на стержне, изолированном от демонстрационного стола (рис. 23-4). После этого показывают школьный демонстрационный электроскоп и описывают его устройство.

Понятие о проводниках и диэлектриках вводят на основании опытов. Берут два электрометра и один из них заряжают (рис. 23-5, *А*). Соединяя электрометры металлической палочкой, убеждаются, что электрический заряд передается от одного электрометра к другому (рис. 23-5, *Б*). Сообщают, что тела, обладающие таким свойством, называют проводниками. Соединяя электрометры каучуковой палочкой или палочкой из какого-нибудь другого диэлектрика, убеждаются, что заряд в этом случае не передается. Эти вещества называют изоляторами.

Можно представление о проводниках и изоляторах давать не здесь, а в самом конце темы, когда уже введены электронные представления, как это сделано в учебнике.

Понятие об электрическом поле. Изложение материала лучше всего начать с демонстрации взаимодействия наэлектризованных тел на расстоянии и опытов, раскрывающих основные свойства электрического поля.

Возможно несколько вариантов изложения. Простейший из них, принятый в учебнике, состоит в анализе сущности уже показанных опытов по взаимодействию заряженной палочки и гильзы. Аналогичным образом взаимодействуют тела под действием сил тяжести (всемирное тяготение).

Учащимся сообщают, что между наэлектризованными телами возникают силы взаимодействия, получившие название электрических сил. Взаимодействие гильзы и палочки происхо-

дит без соприкосновения, т. е. на расстоянии. Сообщают, что заряженные палочка и гильза взаимодействуют и в вакууме. В этом случае говорят, что вокруг палочки существует электрическое поле, которое и действует на заряженную гильзу.

Нетрудно показать, что направление сил, действующих в электрическом поле, зависит от знака заряда тела, вокруг которого существует поле, их значение — от расстояния рассматриваемой точки до заряженного тела.

Важно подчеркивать, что электрическое поле существует только вокруг заряженных тел, т. е. электрическое поле связано с электрическим зарядом, без заряда электрическое поле не существует.

Другой вариант введения понятия об электрическом поле требует показа серии более сложных опытов.

Во-первых, зарядив шар, помещают вокруг него на разных расстояниях заряженные станиолевые гильзы. Действие сил обнаруживают во всем пространстве, окружающем шар.

Во-вторых, обращают внимание на то, что действие сил зависит от расстояния: с увеличением расстояния от заряженного шара действие ослабляется (рис. 23-6). Практически на опытах силы обнаруживают на расстоянии до 30—50 см, но это не значит, что они не действуют на бо́льших расстояниях. Учащимся говорят, что для обнаружения их недостаточна чувствительность наших приборов.

В-третьих, помещают заряженные гильзы под колокол воздушного насоса и, откачав воздух, показывают, что наэлектризованные тела взаимодействуют и в вакууме.

На основании этих опытов объясняют, что заряженные тела окружены электрическим полем.

Непосредственно нашими органами чувств электрическое поле не воспринимается. Но оно может быть обнаружено по его действию на электрические заряды, притом как в воздухе, так и в безвоздушном пространстве.

Сравнивая электрическое взаимодействие с гравитационным, необходимо обращать внимание не только на их общие черты, но и на существенные различия. В частности, надо подчеркнуть, что гравитационное взаимодействие проявляется только в притяжении тел друг к другу, а электрическое — как в притяжении, так и в отталкивании.

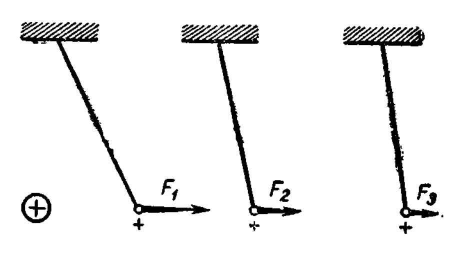


Рис. 23-6.

Интересный опыт изложения этого вопроса для VII класса освещен в статье Л. М. Когана («Физика в школе», 1974, № 6).

В VII классе можно дать только первоначальное пред-

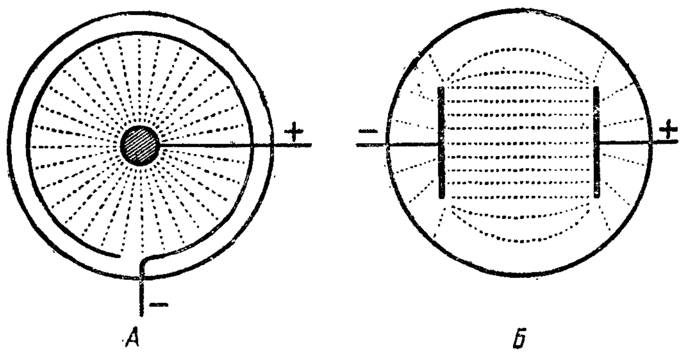


Рис. 23-7.

ставление о поле. Учащиеся должны убедиться в реальности существования электрического поля вокруг заряженных тел, знать о проявлениях поля.

В дальнейшем школьники встретятся с другими полями, узнают еще одно свойство полей: поля могут существовать, накладываясь друг на друга.

Для конкретизации представлений учащихся об электрическом поле полезны демонстрации опытов с султанами и показ спектров электрического поля. Демонстрация спектров электрического поля, возникающего вокруг заряженных тел, помогает создать у учеников геометрический образ электрического поля.

Спектры электрического поля демонстрируют с помощью проекционного аппарата. В плоскую кювету, установленную на аппарат, наливают тонким слоем глицерин, касторовое масло или другой вязкий диэлектрик, а сверху насыпают какой-либо диэлектрический порошок: манную крупу, кристаллики гипосульфита и т. п.

В кювету опускают два электрода, соединенные с электрофорной машиной или другим источником высокого напряжения.

Наэлектризовав эти электроды, наблюдают в проекции «картины» электрических полей (рис. 23-7). Для объяснения опыта Иоффе—Милликена полезен показ «картины» однородного поля между двумя параллельными пластинами (рис. 23-7, *Б*).

Учащимся объясняют, что ленточки султанов и цепочки зерен манной крупы в опытах показывают линии, по направлению которых действуют силы в электрическом поле на помещенные в него электрически заряженные частицы. Таким образом, здесь дают первоначальное понятие о силовых линиях электрического поля, хотя термин этот не вводят. Характеристики электрического поля (напряженность, потенциал) в VII классе не рассматривают.

В виде упражнения полезно разобрать, как действуют силы в электрическом поле на внесенные в него заряды. Так, например, в поле, образованном положительным зарядом, внесенный положительный заряд будет выталкиваться из поля, а отрицательный заряд — втягиваться.

Учащимся следует сказать, что действие в электрическом поле передается не мгновенно, а с конечной скоростью — скоростью света $c=300\,000$ км/с. Это потребуется при объяснении электрического тока в металлах.

Электрическое поле обладает энергией, и это может быть продемонстрировано на простых опытах по перемещению заряженных тел в электрическом поле.

3. ПОНЯТИЕ ОБ ЭЛЕКТРОНЕ

Для введения представления об электроне необходимо показать делимость и дискретность электрического заряда. Делимость электрического заряда ясна из простейших опытов перетекания части заряда с одного заряженного тела на другое, незаряженное тело.

Дискретность же электрического заряда была доказана весьма сложными опытами Иоффе и Милликена. Здесь не будем подробно описывать эти опыты, а рассмотрим только их сущность.

В электрическом поле между заряженными пластинами конденсатора (рис. 23-8, *а*) попадает какое-нибудь тело малых размеров: в опыте Милликена — капелька масла, а в опыте Иоффе — металлическая пылинка. За капелькой или пылинкой наблюдают в микроскоп.

Освещая пространство между обкладками конденсатора ультрафиолетовыми или рентгеновскими лучами, удается менять заряд пылинки или капельки.

В случае, который изображен на рисунке 23-8, *б*, пылинка заряжена отрицательно и электрическое поле действует на нее с какой-то силой F вверх, т. е. противоположно силе тяжести $F_т$. Меняя величину электрического поля (для чего надо увеличивать или уменьшать заряды на пластинках конденсатора), можно менять движение пылинки. Можно движущуюся пылинку остановить. В этом случае сила тяжести $F_т$ будет равна силе F, действующей на заряженную пылинку со стороны электрического поля.

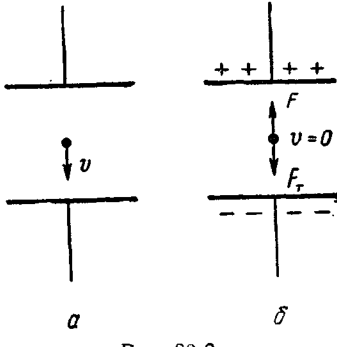


Рис. 23-8.

Если заряд пылинки как-то изменится, то изменится сила F и равновесие нарушится. Пылинка придет в движение. Чтобы опять остановить пылинку, надо менять заряды на пластинах конденсатора, т. е. менять электрическое поле.

Равновесие достигалось только при определенных зарядах на конденсаторе, т. е. заряд пылинки изменялся как бы скачками.

В опыте Иоффе была доказана дискретность электрического заряда. Опыт Милликена дал возможность также определить величину элементарного электрического заряда (заряда электрона).

Если взвешенная между пластинами незаряженного конденсатора капелька масла движется с какой-то скоростью v вниз, то, кроме силы тяжести, на нее действует сила Стокса и архимедова сила. Измерив скорость v, удается из полученного уравнения $F_т—F_{ст}—F_{арх}=0$ (расчеты опускаем) определить размеры капельки. После этого заряжают конденсатор. На капельку масла будет действовать теперь еще электрическая сила $F_{эл}$, в результате чего ее скорость изменится до значения v_1. Измерив это значение скорости и зная размеры капельки и характеристики электрического поля, находят заряд капельки q. Оказывается, что он всегда кратен некоторому наименьшему заряду e, т. е. $q=ne$.

Таким образом, заряд пылинки может принимать только определенные, дискретные значения, кратные некоторой величине e. Таким электрическим отрицательным зарядом обладает элементарная частица, получившая название «электрон». Электрон обладает также массой и энергией.

Вопрос о доказательстве дискретности электрических зарядов, т. е. об опытах Иоффе и Милликена, сложен для изложения учащимся VII класса.

Действительно, учащиеся не знают о рентгеновских и ультрафиолетовых лучах, им не давалось понятие о конденсаторе, им непосильны расчеты.

Поэтому данный вопрос нужно давать учащимся VII класса лишь в описательном плане.

В учебнике не разделено рассмотрение опытов Иоффе и Милликена, а объясняется как бы объединенный опыт Иоффе и Милликена.

При объяснении опыта Иоффе и Милликена учитель может воспользоваться диапозитивом из серии диапозитивов для VII класса. Здесь может быть полезным такой прием, как моделирование опыта Иоффе—Милликена, предлагаемый в статье А. Л. Тартаковского («Физика в школе», 1971, № 1).

Учащимся нет возможности сообщить здесь величину заряда электрона ($e=-1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл), но после введения единицы электрического заряда (в теме «Сила тока, напряжение, сопротивление») это можно сделать. Сейчас лишь сообщают, что

масса электрона чрезвычайно мала, она составляет $9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг. Его масса примерно в 4000 раз меньше массы наименьшей из всех молекул — молекулы водорода. Важно подчеркнуть, что электрический заряд неотделим от электрона, его нельзя «снять» с электрона. Это — свойство, присущее электрону.

4. СТРОЕНИЕ АТОМА

Чтобы ввести понятие о ядерном строении атома, надо описать сущность опыта Резерфорда по рассеянию α-частиц на тонкой металлической фольге. Следует объяснить учащимся, что бомбардировка атомов осуществляется быстро движущимися α-частицами, имеющими положительный заряд и в 4 раза большую массу, чем атом водорода. Эти «снаряды» в распоряжение экспериментаторов дает сама природа, они получаются при так называемом радиоактивном распаде. Учащиеся уже знают, что сила взаимодействия электрических зарядов зависит от расстояния между ними. Качественно эту зависимость можно еще раз показать экспериментально с помощью заряженных гильз, помещая их на разных расстояниях друг от друга. Зависимость имеет вид $\frac{1}{r^2}$, но для учащихся VII класса можно ограничиться лишь сообщением, что сила взаимодействия тем меньше, чем больше расстояние между зарядами.

Разъясняют схему опыта Резерфорда (рис. 23-9). Ее можно изобразить на доске или воспользоваться специальной таблицей из серии учебных таблиц для VII класса.

Источник положительно заряженных частиц *R* излучает частицы во все стороны, но диафрагма *а* вырезает узкий пучок частиц, которые проходят далее через тонкую золотую фольгу *б* и попадают на особый экран *в*, способный люминесцировать под ударами частиц. Каждая попадающая на него частица вызывает вспышку, что дает возможность судить о том, как двигалась частица.

Если фольгу *б* убрать, то на экране против отверстия в диафрагме будет светлое пятно.

Если на пути частиц поставить фольгу, то интенсивность светящегося пятна несколько уменьшится и появится некоторое число вспышек вне этого пятна. Значит, часть положительно заряженных частиц при прохождении через

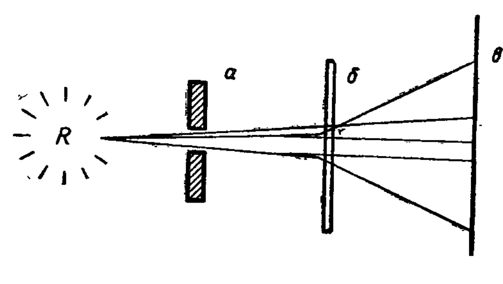


Рис. 23-9.

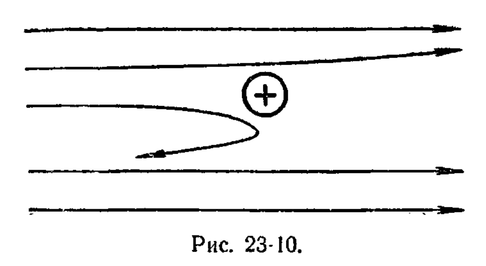


Рис. 23-10.

фольгу значительно изменила направление своего движения. Поэтому и говорят о рассеянии потока положительно заряженных частиц на фольге.

Резерфорду удалось наблюдать не только частицы, несколько отклонившиеся от первоначального направления своего движения, но и частицы, которые отклонялись на угол, больший прямого (рис. 23-10).

Объяснить результаты этого опыта удалось только путем следующего предположения.

Рассеяние частиц происходит из-за действия на них тех частиц, из которых состоит фольга, т. е. атомов. Но большие отклонения получило малое число частиц, значит, не весь атом представляет препятствие для летящих частиц, а лишь малая часть этого атома рассеивает частицы. Эта малая часть атома имеет весьма большой заряд, так как отклонения частиц редки, но это отклонения на очень большие углы. Кроме того, можно утверждать, что отклонения положительно заряженных частиц вызывает малая часть атома, обладающая положительным зарядом.

Как известно, размеры атомов примерно 10^{-8} см. Расчеты же показали, что рассеивает положительно заряженные частицы часть атома, имеющая размеры примерно 10^{-13} см. Желательно, чтобы учащиеся запомнили эти значения (10^{-8} и 10^{-13} см). Знание этих величин, характеризующих атом, нужно для дальнейшего изучения курса физики.

Если частицы проходят далеко от рассеивающей положительно заряженной части атома, то отклонения их не наблюдаются. Если же частица подходит близко к данной части атома, то она, взаимодействуя с ней, очень сильно отклоняется.

Таким образом, на основании опыта Резерфорда было установлено, что атомы имеют сложное строение.

Атомы любого элемента состоят из положительно заряженной части, получившей название ядра.

В состав ядра входят положительно заряженные элементарные частицы — протоны.

Вокруг ядра вращаются электроны, образующие так называемую электронную оболочку.

Протон имеет заряд, равный по величине заряду электрона, но противоположного знака. Масса протона примерно в 2000 раз больше массы электрона. Атомы электрически нейтральны, так что заряд ядра равен заряду всех электронов в электронной оболочке. Таким образом, число протонов в ядре атома равно числу электронов в электронной оболочке атома.

Кроме протонов, в ядре находятся еще другие элементарные частицы — нейтроны. Это частицы без заряда (нейтральные), но с массой, примерно равной массе протонов.

В VII классе учащимся лишь сообщают, что протоны и нейтроны существуют, и дают их основные характеристики (заряд и массу по сравнению с зарядом и массой электрона). Вопрос об открытии протонов и нейтронов здесь не рассматривают.

Пользуясь схемой, учитель объясняет сначала строение атома водорода, имеющего только один протон и один электрон. Затем рассматривают ядерную модель строения более сложных атомов — гелия и лития.

В качестве упражнения может быть рассмотрено строение атомов ряда более сложных элементов.

5. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕОРИИ

Учащимся сообщают, что электроны имеют различную связь с ядром, и возможны случаи, когда некоторые из них уходят из сферы действия данного ядра. Такие электроны получили название свободных. Атом же, вокруг ядра которого обращается меньше электронов, чем в ядре протонов, приобретает общий положительный заряд и называется положительным ионом. Если свободный электрон начнет вращаться вокруг ядра какого-нибудь нейтрального атома, то общий заряд этого атома станет отрицательным. Получится отрицательный ион.

Этих представлений уже достаточно, чтобы объяснить явление электризации тел. Для изложения же материала о проводнике и изоляторе необходимо расширить представление по электронной теории. Здесь лучше всего дать модель металлического проводника (рис. 23-11), объяснив, что в нем есть ионы и свободные электроны. Положительные ионы колеблются около своих положений равновесия, а свободные электроны хаотически движутся в проводнике. В динамике данную модель можно показать учащимся, продемонстрировав фильм «Электрический ток». В итоге школьники должны усвоить, что в металлических проводниках перемещаться могут только свободные электроны.

Следует сообщить, что в проводящих электрический ток жидкостях (электролитах) имеются хаотически движущиеся положительные и отрицательные ионы.

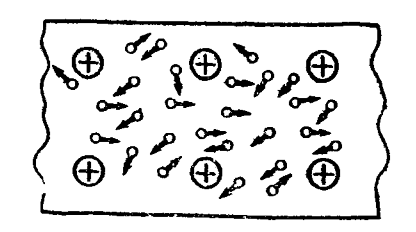


Рис. 23-11.

Электронные представления применяют для объяснения различных электростатических явлений, часть из которых уже была продемонстрирована. Объясняют, например, электризацию тел при

трении и соприкосновении, разъясняют различие между проводниками и изоляторами.

Учащимся необходимо рассказать о заземлении и объяснить, что заземление — это соединение тела проводником с Землей. При таком соединении происходит перетекание электронов с тела на Землю, если тело заряжено отрицательно, или с Земли на тело, если тело заряжено положительно. Далее сообщают, что земной шар по сравнению с другими заряженными телами чрезвычайно велик, и поэтому можно считать, что тела при заземлении всегда полностью разряжаются.

По вопросу о различных применениях электростатических явлений в технике (изготовление наждачной бумаги, метод электростатической окраски металлических изделий, очистка воздуха от пыли и легких частиц) желательно заслушать и обсудить доклады учащихся [9]. Из-за недостатка времени на уроках это можно сделать и на внеклассных занятиях.

Учащимся сообщают и об отрицательных явлениях, вызываемых электризацией. Например, на ткацких фабриках электризация волокон вызывает взаимное их отталкивание, что затрудняет работу станков. В типографиях электризуются бумажные листы, что мешает их движению и укладке. Особенно опасна электризация при транспортировке и перекачке легковоспламеняющихся жидкостей. Поэтому для предотвращения взрыва бензовозы заземляют скользящей по земле цепью или оборудуют баллонами из токопроводящей резины. Самолеты при заправке горючим обязательно заземляют.

Тему можно завершить самостоятельной работой учащихся [2, работа 30] или решением программированных заданий [20, 52—55].

ГЛАВА 24

СИЛА ТОКА, НАПРЯЖЕНИЕ, СОПРОТИВЛЕНИЕ

Перед рассмотрением методики изложения данной темы обратим внимание на особенности изучения закона Ома для участка цепи в VII классе и на последовательность изучения в теме основных понятий: силы тока, напряжения и сопротивления.

На I ступени обучения рассматривают в основном только проводники первого рода (металлы) и не изучают зависимость их сопротивления от температуры. Для электролитов рассматривают лишь сам факт электропроводности и объясняют качественно ее механизм. В этом случае сопротивление проводников выступает как некоторая величина, характеризующая электрические свойства проводников, зависящая только от материала проводника и его размеров.

В законе Ома $I=\lambda U=\frac{U}{R}$ содержится в первую очередь утверждение $I \sim U$ и во вторую очередь — определение сопротивления проводника $R=\frac{1}{\lambda}$.

Такое введение закона Ома для участка цепи для учащихся VII класса представляло бы большое затруднение. Поэтому на I ступени обучения закон Ома следует трактовать как соотношение между тремя величинами: силой тока в цепи, напряжением на этом участке и сопротивлением участка цепи. Естественно, что при такой трактовке закона Ома понятия силы тока, напряжения и сопротивления и соответствующие им величины должны быть введены независимо друг от друга, а потом экспериментальным путем установлена зависимость между этими величинами.

Возникает вопрос о порядке введения перечисленных выше понятий.

До последнего времени их изучали в следующем порядке: сила тока I, сопротивление проводников R и напряжение на участке цепи U.

В настоящее время предлагают и другие последовательности введения понятий: сила тока I, напряжение U и сопротивление R, а также напряжение U, сила тока I и сопротивление R.

Изменение в порядке изучения данных понятий в первом варианте (I, U, R) объясняется тем, что с научной точки зрения правильнее понятие сопротивления вводить после напряжения. Действительно, сопротивление — это свойство проводника, которое может быть строго введено только исходя из сравнения тока в различных проводниках при одном и том же напряжении на них. По определению тот проводник из двух сравниваемых имеет большее сопротивление, в котором при одном и том же напряжении течет меньший ток. Поэтому до введения понятия сопротивления должны быть введены понятия о силе тока и напряжении. Сопротивление проводника R может быть введено как постоянная величина, характеризующая свойства проводника и равная отношению напряжения к силе тока $\left(R=\frac{U}{I}\right)$.

Другой вариант изложения (U, I, R) обосновывают обычно следующим образом. Причиной движения зарядов в цепи, т. е. тока, является действие на заряды электрического поля. Поэтому есть основания начинать изложение с рассмотрения электрического поля и его энергетической характеристики, т. е. вначале ввести понятие о напряжении, затем о силе тока и сопротивлении. Но понятие напряжения всегда вызывало серьезные затруднения в школе на I ступени обучения, поэтому предпочтительнее вначале ввести понятие силы тока в цепи и

лишь потом изучить напряжение. Такая последовательность (I, U, R) принята в программе и учебнике.

По урокам материал темы «Сила тока, напряжение, сопротивление» распределяется примерно следующим образом:

1-й урок. Электрический ток. Источники тока. Гальванические элементы и аккумуляторы.

2-й урок. Электрическая цепь. Условные обозначения в схемах электрических цепей. Роль в электрической цепи ее основных элементов (источника тока, ключа и т. д.). Электрический ток в металлах.

3-й урок. Электрический ток в электролитах. Действия электрического тока. Направление тока.

4-й урок. Сила электрического тока, единица силы тока (ампер).

5-й урок. Амперметр. Лабораторная работа «Сборка электрической цепи и измерение силы тока в ее различных участках».

6-й урок. Понятие о напряжении. Единица напряжения (вольт).

7-й урок. Вольтметр. Лабораторная работа «Измерение напряжения на различных участках электрической цепи».

8-й урок. Понятие о сопротивлении. Единица сопротивления (ом).

9-й урок. Зависимость сопротивления проводника от материала проводника, от его длины и площади поперечного сечения. Упражнения по расчету сопротивлений проводников. Реостаты.

10-й урок. Закон Ома для участка цепи.

11-й и 12-й уроки. Упражнения по закону Ома для участка цепи. Решение комбинированных задач на зависимости:

$$I=\frac{U}{R} \quad \text{и} \quad R=\rho\frac{l}{S}.$$

Омметр.

13-й урок. Лабораторная работа «Определение сопротивления проводника при помощи амперметра и вольтметра».

14-й урок. Последовательное соединение проводников. Упражнения по расчету сопротивления цепи из последовательно соединенных проводников.

15-й урок. Лабораторная работа «Изучение последовательного соединения проводников».

16-й урок. Параллельное соединение проводников. Упражнения по расчету сопротивления цепи из параллельно соединенных проводников.

17-й урок. Лабораторная работа «Изучение параллельного соединения проводников».

18-й урок. Упражнения по решению задач на расчет сопротивления цепи при параллельном и смешанном соединении проводников.

19-й урок. Повторение темы. Учет знаний по теме (контрольная работа, опрос).

1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ИСТОЧНИКИ ТОКА

Электрический ток в VII классе необходимо определять как упорядоченное движение электрических зарядов. Однако все основные понятия при изучении постоянного тока следует вводить в основном на примере тока в металлах. В этом случае электрический ток определяют как упорядоченное движение свободных электронов под действием электрического поля.

Формируют это понятие на основе ряда опытов и аналогий. Для этого в первую очередь ставят опыт с перетеканием по проводнику электрических зарядов с заряженного на незаряженный электроскоп (см. рис. 23-5).

Опыт можно поставить эффектнее, если применить электрометры (без заземления) и неоновую лампу как индикатор перетекания зарядов.

Для данной демонстрации на столе устанавливают два электрометра с кондукторами на расстоянии, равном длине соединительного стержня.

С помощью наэлектризованных палочек заряжают шар. Другой шар оставляют незаряженным. Стрелка электрометра, на котором укреплен этот шар, остается стоять на нуле. Соединяют шары проводником, в разрыв которого включена неоновая лампа, лучше всего МН-5. При этом наблюдают одновременно свечение неоновой лампы и уменьшение показаний одного и увеличение показаний другого электрометра. Когда показания электрометров станут одинаковыми, свечение лампы прекратится. Так как время наблюдения мало, опыт повторяют несколько раз. Делают вывод: в проводнике возникает кратковременный электрический ток.

Практически создают и длительно поддерживают электрическое поле и электрический ток в проводниках с помощью особых устройств, получивших название источников тока.

Источники тока. Для разъяснения роли источника тока, принципа его действия обращаются вначале к опыту с электрофорной машиной, между кондукторами которой, лучше через маленький искровой промежуток, включена неоновая лампа.

При вращении дисков машины происходит разделение электрических зарядов. В проводнике возникает электрическое поле и происходит перемещение электронов, т. е. длительное время существует электрический ток. Делают вывод: длительно элек-

трический ток существует в том случае, когда разделяются заряды. В проводнике при этом действует электрическое поле и перемещаются электроны. Следовательно, роль источника тока и состоит в разделении электрических зарядов и в поддержании электрического поля в проводнике.

Разъясняют, что в источниках тока происходит превращение какого-либо вида энергии (механической, внутренней) в электрическую энергию. В демонстрируемом опыте в электрическую превращается механическая энергия.

В дальнейшем к вопросу о роли источника тока нужно будет вернуться в связи с рассмотрением электрической цепи.

Далее следует разъяснить вопрос о направлении тока. Необходимо обратить внимание учащихся на тот факт, что в металлическом проводнике электроны движутся в направлении, противоположном принятому направлению тока.

Однако вопрос о направлении тока можно изучать и после разбора действий электрического тока. В пользу этого говорит то обстоятельство, что ряд действий тока (химическое, магнитное) зависит от направления тока. Эта последовательность изучения принята в учебнике.

После этого переходят к изучению химических источников тока: гальванических элементов и аккумуляторов (см. также гл. 3, *3*).

Объяснение процессов, происходящих в химических источниках тока, в VII классе не дают. Достаточно ограничиться описанием устройства источников тока, показом их в действии, сообщить некоторые правила эксплуатации и сделать общие пояснения о характере превращения в них энергии.

Из гальванических элементов, являющихся первичными источниками тока, показывают:

элемент Вольта; установку для демонстрации собирают из набора по электролизу Е. Н. Горячкина [5, § 51; 3, опыт 123];

сухой элемент Лекланше; показывают в действии элемент, а также дают разрез элемента, где видны все его составные части. Отдельные элементы от батарейки для карманного фонаря полезно использовать в качестве раздаточного материала.

Необходимо объяснить учащимся, что в гальванических элементах расходуются электроды и электролит, при этом химическая энергия превращается в электрическую. В элементе Лекланше наглядно видно, что расходуется цинк. Полезно показать школьникам старый элемент, в котором цинковый электрод (корпус батарейки для карманного фонаря) в результате взаимодействия с нашатырем частично израсходован (разрушен);

аккумуляторы — вторичные источники тока — рассматривают как кислотные, так и щелочные.

Принцип действия кислотного аккумулятора демонстрируют вначале на приборе по электролизу Е. Н. Горячкина [3,

опыт 124, 5, § 51]. Далее показывают в действии кислотный, например автомобильный, аккумулятор, а затем демонстрируют его разрез и отдельные части.

Щелочной аккумулятор показывают в действии. Устройство его желательно объяснять с помощью разрезанной банки аккумулятора.

В VII классе по программе не должны изучаться другие источники тока (фотоэлементы и термоэлементы). Однако полезно было бы на уроках продемонстрировать их действие. Учитель при этом должен сообщить, что эти источники тока уже теперь имеют практическое применение (солнечные батареи на искусственных спутниках Земли, термоэлектрогенераторы для питания радиоприемников), а в дальнейшем новые источники тока будут применяться все шире.

Демонстрации действия фотоэлемента (рис. 24-1) и термопары (рис. 24-2) проводят с помощью школьного гальванометра.

2. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ

Изучение данного вопроса начинают с демонстрации простейшей электрической цепи (рис. 24-3). При этом совершенно необходимо соблюдать требования наглядности.

После демонстрации цепи учащимся дают определение электрической цепи, изображают схему ее на доске со строгим учетом принятых ГОСТом условных обозначений [17, с. 87].

С другими условными обозначениями в схемах электрических цепей школьники встретятся при дальнейшем изучении курса физики.

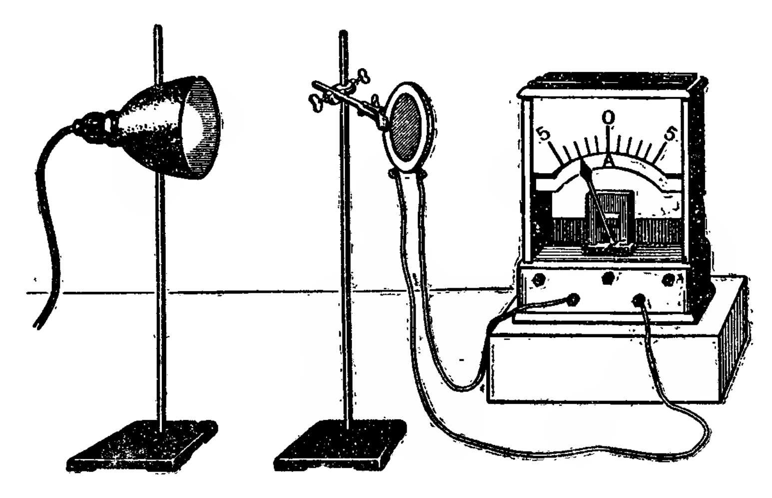


Рис. 24-1.

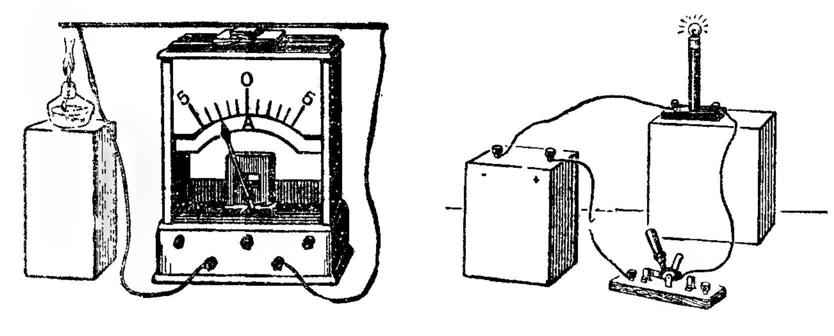


Рис. 24-2.

Рис. 24-3.

В VII классе не формулируют условия существования электрического тока. Но по сути дела учащиеся знают, что для этого необходимы носители электрического заряда, наличие электрического поля и замкнутость электрической цепи. Здесь все рассматривается конкретно для случая электрического тока в металлах, т. е. говорится не о носителях заряда, а о свободных электронах.

Чтобы разобраться в сущности явлений, происходящих в электрической цепи, полезно обратиться к ее гидродинамической аналогии.

Сообщают учащимся, что электрическая цепь в определенном смысле аналогична замкнутой гидродинамической системе, в которой циркулирует вода. Целесообразно показать гидродинамическую систему (рис. 24-4), состоящую из центробежного водяного насоса, гидродинамической вертушки, резиновых соединительных трубок и кранов.

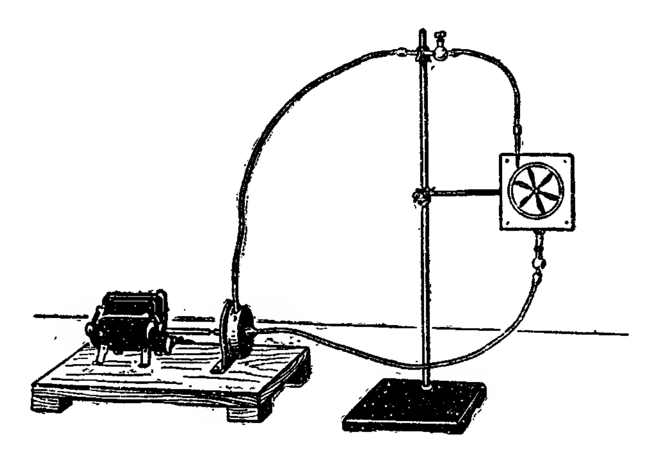


Рис. 24-4.

Заметим, что центробежный водяной насос в настоящее время выпускается промышленностью и входит в комплект приборов, прилагаемых к универсальному электродвигателю, а вертушку несложно сделать своими силами.

В гидродинамической аналогии насос сопоставляют с источником тока в электрической цепи, гидродинамическую вертушку с потребителем энергии, соединительные трубки, наполненные водой,— с соединительными проводами, а кран — с выключателем.

Включив электродвигатель, демонстрируют вращение вертушки. Подавая различное напряжение на электродвигатель, показывают изменение скорости вращения вертушки. При этом хорошо видно, что насос гонит воду, т. е. создает напор (разность давлений). Закрывая кран, показывают прекращение движения воды и остановку вертушки. Это аналогично выключению электрической цепи.

Гидродинамическая аналогия помогает объяснить ряд трудных для учащихся VII класса вопросов.

а) *Роль источника тока в электрической цепи.* Термин «источник тока» нельзя признать удачным, так как он способствует неправильному представлению о создании в нем электрических зарядов. Поэтому учащимся надо разъяснить, что источник тока — это лишь «возбудитель тока»: он создает не заряды, а электрическое поле, которое и действует на электроны в проводниках и приводит их в движение. Источник тока также не является источником зарядов, как насос не является источником воды; насос гонит воду по трубкам, а источник создает электрическое поле и электрический ток в цепи.

б) *Место выключателя в электрической цепи.* Показывают, что течение воды в гидродинамической системе прекращается, если закрыть любой из двух установленных в ней кранов, которые прекращают циркуляцию воды. Аналогично в электрической цепи при ее разрыве прекращается циркуляция электрических зарядов, что и показывают на опыте. Выключатель в цепи может быть поставлен в любом месте.

в) *Какие электрические заряды движутся в электрической цепи?* Вспоминают, что в металлическом проводнике есть свободные электроны. Если источник тока создает в проводнике электрическое поле, то электроны придут в движение.

Учащимся необходимо объяснить, что при действии электрического поля беспорядочное движение электронов в проводнике сохраняется, но все электроны начинают, кроме того, двигаться в направлении действия электрических сил. В учебнике для пояснения этого приведена весьма удачная аналогия со стайкой мошкары.

г) *Объяснение различия между незначительной скоростью носителей тока и практически мгновенным распространением тока в цепи.* Данный вопрос может вообще не рассматриваться

в VII классе. Но некоторое разъяснение можно дать с помощью аналогии. При наблюдении убеждаются, что вертушка в установке приходит во вращение значительно раньше, чем до нее дойдет та вода, которую привели в движение в момент включения лопасти насоса. Благодаря передаче давления вода пришла в движение во всей замкнутой системе.

Аналогично и в электрической цепи: носители тока перемещаются под действием поля с небольшими скоростями, а скорость распространения поля велика (300 000 км/с). Электроны приходят в движение по всей замкнутой цепи через очень короткий промежуток времени после ее включения.

Для разъяснения этого вопроса также полезна аналогия с хороводом. Каждый участник хоровода по команде делает один шаг в сторону, а весь хоровод приходит при этом в движение. Аналогично в электрической цепи незначительно перемещаются электроны, а электрический ток практически распространяется по цепи мгновенно.

В учебнике для объяснения этого вопроса применена другая аналогия — аналогия с передачей движения в товарном составе, когда он трогается с места.

Умение чертить схемы электрических цепей и читать готовые схемы вырабатывается у школьников в результате упражнений, которые проводят как на данном, так и на последующих уроках. Для тренировки полезно показать учащимся через эпидиаскоп рисунки собранных цепей, а затем собрать цепи и предложить ученикам начертить соответствующие им схемы [13, № 1533].

Чтобы разнообразить подобного рода задачи, целесообразно при изучении электрической цепи сразу же рассматривать несложные схемы последовательного и параллельного соединения потребителей.

Полезны задания по составлению схем электропроводки, например:

Начертите схему цепи, содержащей химический источник тока и две электрические лампы, каждую из которых включают своим выключателем.

Учащимся могут быть выданы специальные карточки с изображением различных цепей (выпущены издательством «Просвещение»). По этим изображениям учащиеся должны начертить схемы. Самостоятельная работа такого вида весьма эффективна. Заслуживает также внимания опыт применения пооперационного составления цепей, описанный в статье С. М. Новикова («Физика в школе», 1973, № 6).

Во избежание несчастных случаев при пользовании электрическими приборами необходимо уделить внимание вопросам техники безопасности. Учащимся поясняют необходимость изоляции соединительных проводов. Полезно для этого во время упражнений разобрать задачу примерно такого содержания:

Для спасения человека, по неосторожности прикоснувшегося к неизолированному проводу и пораженного электрическим током, необходимо прежде всего выключить ток. Если это сделать почему-либо невозможно, то следует как можно скорее отбросить провод или оттащить его от пострадавшего. Подумайте, как это можно осуществить и какие подручные предметы могут быть использованы для этой цели [1].

3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ. ДЕЙСТВИЯ ТОКА

Электрический ток в электролитах демонстрируют с помощью набора по электролизу Е. Н. Горячкина.

В сосуд вначале наливают дистиллированную воду, опускают два угольных электрода и показывают, что тока в цепи нет. Индикатором тока лучше всего в этом опыте может быть последовательно включенная в цепь электрическая лампочка. Она в данном случае не горит. Если же в сосуд добавить раствор медного купороса, то лампочка начинает светиться, что говорит о наличии тока в цепи.

При пропускании тока на катоде выделяется медь. Возможно также показать электролиз водного раствора серной кислоты.

Очень наглядна демонстрация опыта, в установке которого катод подвешен к коромыслу весов (рис. 24-5) [2]. Весы вначале уравновешивают с помощью гирь, песка или дроби. После этого подключают схему к источнику тока — выпрямителю или батарее аккумуляторов; устанавливают реостатом ток 4—6 А. Большой ток необходим для сокращения длительности демонстрации. По мере отложения меди на катоде равновесие весов нарушится.

Опыт позволяет определить массу отложившейся на катоде меди.

Учащимся может быть объяснено, что при взаимодействии вещества с растворителем молекулы вещества распадаются на положительные и отрицательные ионы. Эти ионы приходят в дви-

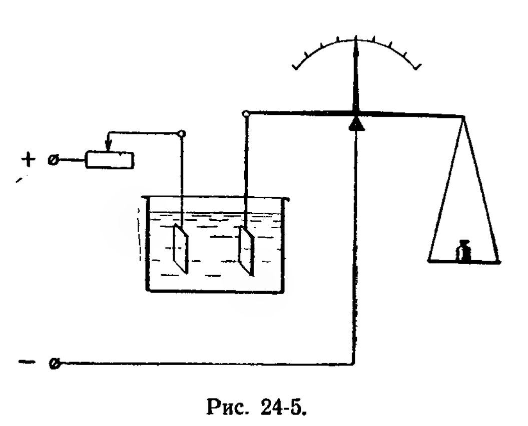


Рис. 24-5.

---

[1] Золотов В. А. Вопросы и задачи по физике для восьмилетней школы. М., 1960, № 1223—1231.

[2] См.: Шахмаев Н. М., Каменецкий С. Е. Демонстрационные опыты по электродинамике. М., 1973, с. 172.

жение в электрическом поле. Положительные ионы движутся к отрицательно заряженному электроду (катоду), а отрицательные ионы — к положительно заряженному электроду (аноду). Водород и металлы всегда выделяются на катоде.

Делают вывод: электрический ток в электролитах — это упорядоченное движение ионов в электрическом поле.

Химическое действие электрического тока используют в промышленности (добыча алюминия, меди и других металлов, никелирование, хромирование и др.).

С тепловым действием тока школьники встречаются в повседневной жизни (электроплитки, электроутюги и т. п.). Но все же на уроках его необходимо продемонстрировать. Наиболее эффектен опыт, показывающий нагревание «докрасна» нихромовой или никелиновой проволоки, натянутой между штативами на демонстрационном столе и подключенной к электрораспределительному щиту.

Магнитное действие тока показывают с помощью катушки и железного сердечника. Можно, например, взять катушку на 220 В от разборного трансформатора и, пропуская по ней ток, показать втягивание в нее железного сердечника и притяжение этим сердечником различных железных предметов.

Так как в международной системе единиц (СИ) единицу силы тока ампер вводят по взаимодействию проводников с током, целесообразно показать взаимодействие двух параллельно расположенных проводников с током.

Кроме того, полезно продемонстрировать свечение газов при прохождении тока, не объясняя самих физических явлений. Достаточно, если учащиеся будут знать, что в газосветных трубках, применяемых, например в рекламах, происходит свечение газа под действием электрического тока. Наиболее простая и в то же время наглядная демонстрация по этому вопросу — свечение неоновых ламп.

Можно также упомянуть о физиологическом действии тока, указать на использование тока для лечения некоторых заболеваний, на опасность поражения электрическим током.

Механическое действие электрического тока можно продемонстрировать на примере поворота рамки с током в магнитном поле. Здесь же дают первое представление о принципе действия гальванометра магнитоэлектрической системы. Этот материал может быть по усмотрению учителя перенесен и на следующий урок, на котором речь будет идти об измерении силы тока.

Обстоятельнее принцип действия приборов магнитоэлектрической системы излагают в разделе по электромагнетизму (гл. 26).

В программе нет указания на изучение в школе на I ступени вопроса об электрических явлениях в атмосфере. Но так как этот вопрос имеет большое познавательное и мировоззренческое

значение, считаем необходимым ему уделить определенное внимание как на уроке, так и на внеклассных занятиях. При этом полезно использовать кинофильм «Молния».

Учащимся может быть продемонстрирован электрический разряд с помощью электрофорной машины и сообщено, что молния — это электрический разряд в атмосфере, который возникает или между облаками, или между облаками и Землей.

В кинофильме демонстрируется попадание молнии в купол церкви. Следует объяснить, что церкви — высокие сооружения сами по себе, к тому же обычно строились на высоких местах, поэтому попадания молнии в них особенно вероятны вопреки мнению религиозных людей.

Надо сообщить учащимся, что не следует касаться во время грозы антенн, так как они располагаются обычно выше других предметов и вероятность попадания в них молний, естественно, велика, если они хорошо не защищены молниеотводами.

На внеклассном занятии могут быть запланированы доклады школьников на темы: «Электрические явления в атмосфере», «Молния. Действия молнии», «Защита от молнии. Молниеотвод. Оказание первой медицинской помощи при поражении молнией».

4. СИЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

При введении понятия о силе тока полезна аналогия с течением воды в трубе. Действительно, о силе тока воды можно судить по массе воды, которая протекает в единицу времени через поперечное сечение трубы (или, проще, вытекает из трубы в единицу времени).

Сила же электрического тока равна количеству электричества, протекшему через поперечное сечение проводника в единицу времени.

При введении ампера как основной единицы СИ подчеркивают, что для выбора единицы силы тока можно было бы воспользоваться любым его действием: тепловым, магнитным или химическим. Важно лишь, чтобы это действие поддавалось точному количественному выражению. Как известно, теперь единицу силы тока вводят по магнитному его действию.

Учащимся уже демонстрировали магнитное действие тока. Следует вернуться к этому вопросу и показать взаимодействие токов. Для этой цели располагают параллельно друг другу две легкие станиолевые ленты и пропускают по ним ток. Учащиеся видят притяжение лент в случае, когда в лентах токи одного и того же направления, и отталкивание лент при разных направлениях тока в них (рис. 24-6).

Определение ампера, данное ГОСТом, трудно для учащихся VII класса. Поэтому в учебнике дано более простое определение его. Для создания некоторых представлений о токах, проте-

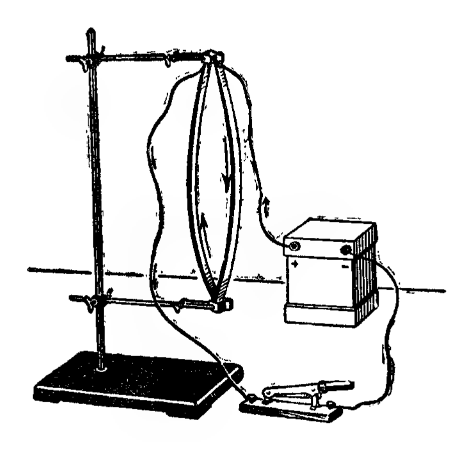


Рис. 24-6.

кающих по различным потребителям, приводят данные о силе тока в различных бытовых электроприборах (ток в лампочке карманного фонарика — около 0,25 А, в настольной лампе — 0,5 А, в спирали электроплитки — 3 А).

Для ознакомления со способом измерения силы тока собирают цепь с демонстрационным амперметром и последовательно включенной лампой. Обращают внимание на то, что показания прибора тем значительнее, чем интенсивнее накал нити лампы. Делают вывод: о значении силы тока можно получить представление с помощью приборов, подобных демонстрируемому. Сообщают, что такие приборы называют амперметрами и включают их в цепь последовательно.

Принцип действия амперметра можно объяснить на примере прибора магнитоэлектрической или электромагнитной системы.

Для закрепления изученного материала проводят лабораторную работу по сборке простейшей электрической цепи и измерению силы тока. Работе следует придать исследовательский характер, поставив задачу: сравнить токи в различных местах цепи. На основе данной лабораторной работы у учащихся должно сложиться ясное представление о том, что ток во всех сечениях неразветвленной цепи одинаков; школьники нередко склонны считать, что ток до лампочки или другого прибора больше, чем после них, как будто бы «потребитель» действительно «потребляет», «поглощает» или задерживает часть проходящего через него тока.

По этой теме решают простейшие задачи, которые сводятся в основном к вычислениям по формуле $I=\frac{q}{t}$ [17, упр. 16—17].

5. ПОНЯТИЕ О НАПРЯЖЕНИИ

Понятие о напряжении одно из самых трудных в курсе физики VII класса. Некоторые методисты (В. В. Крауклис, И. И. Соколов) рекомендовали вводить напряжение сразу, исходя из понятия энергии. Были предложения давать предварительно представление о напряжении с помощью аналогии с напором воды.

В учебнике VII класса напряжение вводится как величина, характеризующая электрическое поле, которое является причиной тока. Объяснение дается на опыте, в котором одинаковые токи устанавливаются в нитях двух разных электрических ламп. Спрашивается, чем же объясняется различие в свечении этих ламп? Отвечая на данный вопрос, авторы учебника приходят к выводу, что надо учитывать, кроме силы тока, еще одну величину — напряжение на лампочках. После этого отмечают, что «работу, совершаемую при прохождении по какому-нибудь участку (части) цепи одного кулона электричества, принято называть напряжением на концах этого участка».

Данное энергетическое толкование напряжения все-таки трудно усваивается учащимися. Считаем, что в VII классе более целесообразно постепенное формирование понятия о напряжении на основе большого числа опытов, аналогий и сравнений. В итоге будет дано такое же энергетическое толкование напряжения, но оно будет более подробно разъяснено. Учащихся надо убедить, что напряжение характеризует электрическое поле.

Предлагаем формирование понятия напряжения разбить на следующие этапы:

1. Дать понятие о напряжении источников тока.
2. Показать, что напряжение характеризует электрическое поле, созданное источником.
3. Ввести понятие о напряжении на участке цепи.

Введение понятия напряжения на первом этапе должно быть примерно следующим. Напоминают учащимся, что электрический ток не может существовать сколько-нибудь длительное время без источника, непрерывно пополняющего потери энергии на различные действия тока. Далее говорят о необходимости характеризовать «способность» источника создавать ток в цепи. Собирают цепь из щелочного аккумулятора, лампочки на 3,5 В и соединительных проводов. Вначале в качестве источника берут одну банку щелочного аккумулятора. Лампочка, естественно, не горит. Затем берут две банки щелочного аккумулятора, лампочка горит, но тускло. Лампа будет светиться достаточно ярко, если взять батарею из трех аккумуляторов. В этом случае говорят, что источник тока таков, что в состоянии создать необходимый для свечения лампочки электрический ток. Каждый источник тока можно характеризовать особой величиной — напряжением. Причем напряжение того источника больше, который при прочих равных условиях создает большой ток в цепи.

Аналогично в гидродинамической системе насос создает разность давлений — напор. Чем больше напор, тем больше ток воды в системе.

На втором этапе следует разъяснить, что источник тока создает электрическое поле. Чем больше напряжение источника

тока, тем сильнее созданное им поле. Напряжение, таким образом, характеризует электрическое поле, действующее в электрической цепи и обусловливающее в ней электрический ток.

На третьем этапе переходят к точному определению понятия напряжения и единицы напряжения.

Собирают две цепи: в одной — осветительная лампа, включенная в осветительную сеть 127 В, в другой — лампа карманного фонаря, получающая питание от батарейки на 4,5 В. Если взять осветительную лампу на 25 Вт, то ток в обеих лампочках будет примерно одинаков (0,2 А), а следовательно, через лампочки протекает в единицу времени одно и то же количество электричества[1]. Однако осветительная лампочка излучает света во много раз больше, чем лампочка для карманного фонаря.

Очевидно, для прохождения определенного количества электричества через осветительную лампу требуется большее количество энергии, чем при протекании заряда через лампочку от карманного фонаря. То же можно сказать о мощности. Мощность, потребляемая осветительной лампой, больше, чем мощность, потребляемая лампочкой от карманного фонаря.

Здесь опять следует подчеркнуть, что ток в обеих цепях один и тот же, но цепи отличаются источниками тока, а точнее, напряжением. Вводят понятие напряжения, как это сделано в учебнике [17, с. 100].

На основании опыта может быть дано и несколько иное разъяснение о напряжении. «Напряжение показывает, сколько электрической энергии расходуется при продвижении по данному участку электрической цепи единицы количества электричества» ($U=\frac{A}{q}$, или $U\approx\frac{E}{q}$, где A — работа, E — энергия).

Напряжение может быть введено и по формуле $U=\frac{P}{I}$, где P — потребляемая мощность, а I — сила тока. Тогда напряжение показывает, какая мощность потребляется в проводнике при существовании в нем тока в 1 А.

Далее дают определение единице напряжения — вольту.

Учащимся сообщают, что напряжение измеряют вольтметром. Говорят, что принцип его действия такой же, как и у амперметра, но включают его в цепь параллельно.

Показывают, как измеряют напряжение вольтметром на одной, двух и трех банках аккумулятора, на лампе в электрической цепи, и сообщают полученные значения напряжений. После этого показывают, как измеряют напряжение на каком-либо участке цепи, в которую включено несколько потребителей.

Чтобы создать у учащихся конкретные представления о напряжении различных источников, приводят следующие примеры.

---

[1] Мощности ламп учащимся не сообщают.

Напряжение на полюсах элементов: Вольта — 1,1 В; Лекланше — 1,5 В; батареи для карманного фонаря — 4,5 В; одной банки кислотного аккумулятора — 2 В; одной банки щелочного аккумулятора — 1,25 В; на полюсах генератора Волжской ГЭС имени В. И. Ленина — 13 800 В; на линии электропередачи Волжская ГЭС им. XXII съезда КПСС — Москва — 500 000 В.

Эти сведения полезны для расширения политического кругозора учащихся.

При изучении понятия напряжения школьникам предлагают как качественные, так и количественные задачи, например:

1. По двум проводникам прошло одинаковое количество электричества. Где больше напряжение, если в одном проводнике выделилось в 3 раза больше энергии, чем в другом?

2. Напряжение на участке цепи 220 В. Объясните, что это означает.

Вычислительные задачи дают для тренировки в использовании формулы $U=\frac{A}{q}$. Здесь возможны как прямые задачи на вычисление U, так и задачи на вычисление A и q по другим известным величинам.

Заметим, что учащиеся должны запомнить лишь формулу $U=\frac{A}{q}$, а формулы $A=qU$ и $q=\frac{A}{U}$ получать из нее.

Программой предусмотрено проведение лабораторной работы по измерению напряжения на различных участках цепи. Здесь же целесообразны упражнения по включению амперметров и вольтметров в несложных схемах.

6. СОПРОТИВЛЕНИЕ

Понятие о сопротивлении проводников вводят на основе следующего опыта. Составляют цепь из батарей аккумуляторов (3 элемента), демонстрационного амперметра с шунтом на 1 А, лампочки от карманного фонаря и ключа. Соединительные провода медные, короткие, большого поперечного сечения. Замкнув цепь, наблюдают яркое свечение лампочки и делают отсчет по шкале амперметра. Повторяют опыт, заменив медный провод тонким и длинным никелиновым. Лампочка при этом едва светится, а амперметр показывает значительно меньший ток. Включая еще один никелиновый проводник, снова наблюдают уменьшение тока. Очевиден вывод: проводники влияют на ток; говорят, что они оказывают сопротивление току. Очевидно, из двух проводников тот обладает бóльшим сопротивлением, в котором при том же напряжении существует меньший ток.

Единицу сопротивления 1 Ом вводят как сопротивление такого проводника, по которому при напряжении на его концах 1 В проходит ток 1 А.

В учебнике введению понятия сопротивления предшествует выяснение зависимости силы тока в цепи от напряжения. Экспериментальным путем устанавливают, что сила тока пропорциональна напряжению, а проводники можно характеризовать особой величиной — сопротивлением, которая определяется по формуле $R=\frac{U}{I}$. Возможен и такой путь введения сопротивления. Отличие его состоит в том, что до закона Ома вводят соотношение $R=\frac{U}{I}$, а потом уже закон Ома $I=\frac{U}{R}$. В рекомендуемом нами варианте также неявно использовано соотношение $R=\frac{U}{I}$ при введении определения единицы сопротивления ом.

Оба пути введения понятия сопротивления не противоречат друг другу. С нашей точки зрения, первый из рассмотренных вариантов изложения для учащихся VII класса проще.

Полезно сообщить школьникам, что сопротивление примерно 1 Ом имеют: 114 м осветительного шнура при площади поперечного сечения 2 мм^2; 8 м железного провода при площади поперечного сечения 1 мм^2; 5 км контактного трамвайного провода. Для создания конкретных представлений о единице сопротивления (ом) будут полезными и такие сведения: сопротивление нити электрической лампочки (в горячем состоянии) примерно 200—400 Ом, спирали электрической плитки — 30—40 Ом, спирали электрического утюга — 50—60 Ом, нити лампочки от карманного фонарика — около 12 Ом.

Для опытов по установлению зависимости сопротивления проводников от материала, длины и площади поперечного сечения лучше всего использовать прибор Главучтехпрома, представляющий собой деревянную панель с натянутыми на ней четырьмя проволоками. Для лучшей видимости проволок их следует располагать на белом фоне (прибор Главучтехпрома имеет неудачный, темный фон).

Общий вид установки показан на рисунке 24-7. При подготовке к опыту включают проволоку с наименьшим сопротивлением и подбирают к гальванометру из медной проволоки такой шунт, чтобы стрелка его отклонялась на всю шкалу. Так как показания прибора зависят не только от сопротивления включаемой проволоки, но и от общего сопротивления всей цепи, сопротивление источника тока и соединительных проводов должно быть значительно меньше сопротивления включаемых проводников. В качестве источника тока берут аккумуляторы, внутреннее сопротивление которых достаточно мало.

Включая поочередно соответствующие проводники, устанавливают зависимость сопротивления от их материала, длины и площади поперечного сечения, судя по показаниям амперметра. Так как учащимся нелегко проследить за всеми измерениями и

сопоставить результаты, каждый опыт следует сопровождать пояснениями и записями выводов на доске и в тетрадях учеников.

При отсутствии прибора Главучтехпрома лучше изготовить два отдельных набора: один — с проволокой из разных материалов, но одинаковой длины и сечения, а другой — с двумя проволоками из одного материала, причем одинаковой длины и сечения.

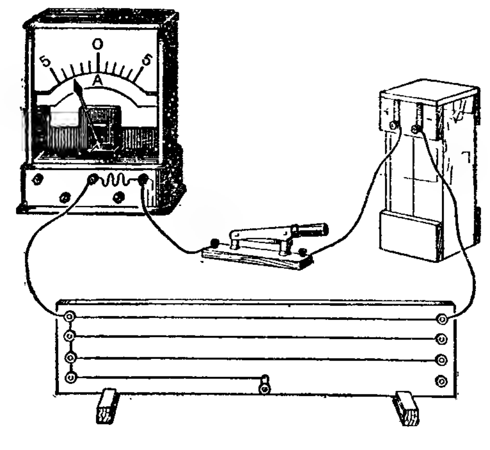


Рис. 24-7.

На первом наборе обычным путем показывают зависимость сопротивления проводника от материала, а также вводят понятие удельного сопротивления проводника (с этой целью целесообразно взять проволоку длиной 1 м); на втором демонстрируют зависимость сопротивления проводника от его геометрических размеров. Для этого вначале включают одну из проволок, потом включают их последовательно и параллельно.

На основе опытов записывают вывод: сопротивление проводников зависит от их материалов, пропорционально длине и обратно пропорционально площади поперечного сечения.

Данную зависимость часто поясняют различными образными сравнениями, взятыми из окружающей жизни (движение людей по узкому и широкому коридору, движение воды в длинной и короткой трубе).

Далее вводят формулу $R=\rho\frac{l}{S}$, пояснив физический смысл величины ρ. Рассматривают таблицу удельных сопротивлений, уточняют, что показывает, например, запись $\rho=0{,}098\ \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$.

Учащиеся должны четко ответить, что эта запись означает: железный проводник длиной 1 м при поперечном сечении 1 мм^2 имеет сопротивление 0,098 Ом.

Заметим, что в единицах СИ наименование удельного сопротивления Ом·м. Можно применять и это наименование.

Для закрепления и углубления данного материала решают прежде всего качественные задачи, подобные следующим:

1. Кусок проволоки разрезали пополам и половинки свили между собой. Как изменилось сопротивление проводника?

2. Проволоку сопротивлением R пропустили через волочильный станок, в результате чего ее сечение уменьшилось вдвое, а объем не изменился. Чему равно теперь сопротивление проволоки?

Расчетные задачи на зависимость $R=\rho\frac{l}{S}$ решают алгебраическим путем.

Кроме прямых задач на определение сопротивления проводника по формуле, надо решать задачи и на определение других величин из этой формулы $\left(R=\rho\frac{l}{S}\right)$, например l. Ниже приведен пример такой задачи:

Сколько метров алюминиевой проволоки сечением 10 мм² надо взять, чтобы ее сопротивление оказалось равным 0,032 Ом?

Тему о сопротивлении проводников заканчивают изучением реостатов: ступенчатого, или рычажного, и реостата со скользящим контактом. Каждый из этих реостатов включают в цепь и показывают учащимся, как с помощью этих приборов можно регулировать ток.

При изучении реостата со скользящим контактом следует подробно разобрать, как один виток его обмотки изолирован от другого витка, а также каким образом обеспечивается хороший контакт ползунка с обмоткой реостата.

Необходимо остановиться и на технических (паспортных) данных реостатов. Учащиеся должны понимать, что обозначает, например, надпись на специальной табличке «30 Ом, 3 А» (полное сопротивление реостата — 30 Ом, максимально допустимый ток — 3 А).

Программа не требует рассмотрения магазина сопротивления. Естественно, он не описан и в учебнике. Однако в демонстрационных опытах магазин сопротивлений применяют. Поэтому рекомендуем показать и кратко объяснить устройство демонстрационного магазина сопротивлений.

Можно сообщить также, что по новой терминологии включаемый в цепь объект называют резистором, а характеризуют его определенным значением сопротивления.

Заметим, что до сих пор мы не применяли термин «резистор», а везде говорили о сопротивлении проводников, о включении в цепь проводников (а не сопротивлений). В учебнике также термин «резистор» не введен. Но в последующем тексте в настоящем пособии новый термин «резистор» будет применяться. Делается это с той целью, чтобы учителя привыкали к новой терминологии.

В учебнике зависимость $R=\rho\frac{l}{S}$ изложена после закона Ома для участка цепи. Там же предлагаются задачи на эту зависимость.

Считаем, что более целесообразно зависимость $R=\rho\frac{l}{S}$ давать до закона Ома для участка цепи. В этом случае решение задач будет более равномерно распределено по всем урокам, а не сконцентрировано лишь на уроках после изучения закона Ома.

7. ЗАКОН ОМА ДЛЯ УЧАСТКА ЦЕПИ

Закон Ома для участка цепи устанавливают экспериментально в виде $I=\frac{U}{R}$. Существует много описаний соответствующих опытов и установок, которые можно сгруппировать следующим образом: а) опыты с установкой, в которой осуществляется замена резисторов; б) опыты с демонстрационным магазином сопротивлений и в) опыты с демонстрационным реохордом. Во всех этих опытах применяют демонстрационные амперметры и вольтметры.

Демонстрации можно проводить, беря в качестве источника тока вначале одну банку щелочного аккумулятора, затем две банки, соединенные последовательно, и т. д. Однако лучший результат получается при включении в цепь дополнительного реостата, с помощью которого на исследуемом участке цепи удается получить точно 1 В, 2 В и т. д.

Подробнее опишем наиболее доступный учащимся опыт по закону Ома для участка цепи с демонстрационным магазином сопротивлений.

Последовательно соединяют источник тока, магазин сопротивлений, амперметр, реостат и рубильник (рис. 24-8). К ампер-

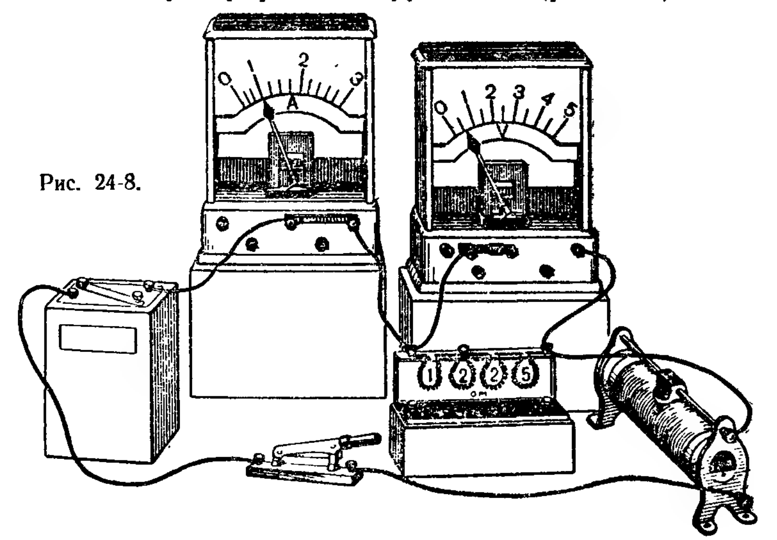


Рис. 24-8.

метру подключают шунт на 3 А, к вольтметру — дополнительное сопротивление на 5 В и устанавливают соответствующие шкалы этих приборов. Вольтметр подключают параллельно магазину сопротивлений. Регулировочный реостат со скользящим контактом играет в опыте второстепенную роль, об этом кратко следует сказать учащимся. Соединительные провода во всей замкнутой цепи целесообразно взять одного цвета, а вольтметр присоединить проводами другого цвета.

Демонстрацию проводят в два этапа. Сначала устанавливают зависимость тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на данном участке цепи. Для этого изменяют сопротивление в цепи с помощью магазина сопротивлений, последовательно устанавливая 1, 2 и 4 Ом. При изменениях сопротивления магазина напряжение на участке цепи с помощью реостата поддерживают постоянным, например 2 В. На основе опыта составляют таблицу № 1.

Таблица № 1

U=2В	
R	I
1 Ом	2 А
2 Ом	1 А
4 Ом	0,5 А

Таблица № 2

R=2 Ом	
U	I
3 В	1,5 А
2 В	1,0 А
1 В	0,5 А

По результатам этого опыта обнаруживают обратную пропорциональную зависимость силы тока от сопротивления проводника: $I \sim \frac{1}{R}$.

На втором этапе, не меняя сопротивления магазина, измеряют ток при разных значениях напряжения на данном участке цепи. Полученные результаты заносят в таблицу № 2.

Анализируя таблицу № 2, устанавливают прямую пропорциональную зависимость силы тока от напряжения: $I \sim U$.

Результаты обоих опытов ($I \sim \frac{1}{R}$ и $I \sim U$) обобщают и формулируют закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$.

Переход от пропорциональности ($I \sim \frac{1}{R}$ и $I \sim U$) к равенству $I = \frac{U}{R}$, строго говоря, надо было бы осуществить с помощью коэффициента пропорциональности, т. е. записать: $I = k\frac{U}{R}$, но сообщить, что при соответствующем выборе единиц (ампер, ом, вольт) коэффициент k оказывается равным единице. Однако это сложно для учащихся VII класса.

После установления закона Ома необходимо решение большого числа задач, что и делают на двух последующих уроках. Учащиеся должны из закона Ома $I=\frac{U}{R}$ получать производные формулы: $U=IR$ и $R=\frac{U}{I}$. Задачи решают алгебраически. Приведем примеры возможных задач:

1. Определите силу тока в цепи, сопротивление которой 2 Ом, а напряжение 350 В.

2. Определите сопротивление проводника, если напряжение на его концах 30 кВ, сила тока в цепи 15 мА.

Кроме того, необходимо решение комбинированных задач с использованием зависимостей: $I=\frac{U}{R}$ и $R=\rho\frac{l}{S}$. Например, возможно решение задачи:

3. Рассчитайте силу тока, проходящего по медному проводнику длиной 100 м, площадью поперечного сечения 0,5 мм^2, если к концам провода приложено напряжение 6,8 В.

Полезны задачи на расчет токов или сопротивлений бытовых приборов (утюг, электрическая плитка, лампочка). Необходимые в каждом конкретном случае данные берут из таблиц в справочниках [8].

Возможны задачи и с использованием данных, указанных на самих приборах. Учащимся, например, можно выдать лампочки для карманного фонаря и предложить найти по данным, указанным на цоколе, сопротивление нити.

Зависимость силы тока на участке цепи от напряжения при постоянном сопротивлении и зависимость силы тока от сопротивления при постоянном напряжении могут быть выражены графически (рис. 24-9). Очень важно в каждой зависимости выяснить, что является функцией и что аргументом.

Не меньший интерес представляют и задачи, в которых требуется определить ту или другую величину по данному графи-

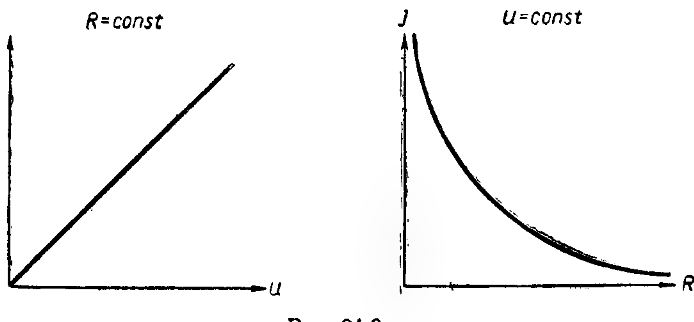


Рис. 24-9.

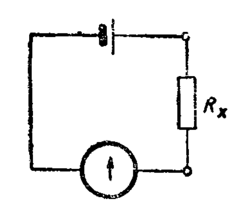


Рис. 24-10.

ку. Подобные задачи можно решать и на уроках алгебры, о чем следует договориться с учителем математики (гл. 3, 2).

Учащихся желательно ознакомить с принципом действия омметра. Омметр состоит из чувствительного измерительного прибора и источника тока, соединенных как указано на рисунке 24-10. К клеммам омметра подключают измеряемый резистор, сопротивление которого R_x. Отклонение стрелки прибора зависит в конечном счете от напряжения источника тока и сопротивления резистора R_x. Шкала омметра проградуирована непосредственно в единицах сопротивления (Ом, кОм, МОм) при условии строго определенного напряжения источника тока.

Действие и устройство омметра необходимо продемонстрировать с помощью демонстрационного омметра, выпускаемого Главучтехпромом. Если демонстрационного омметра в физическом кабинете нет, то можно собрать специальную установку из вольтметра, реостата и источника тока, соединенных между собой последовательно.

Тему завершают лабораторной работой по определению сопротивления резистора с помощью амперметра и вольтметра. Она может быть проведена как контрольная. При этом учащимся не объясняют ни метод определения сопротивления резистора, ни схему электрической цепи, ни ход работы, а только ставят задачу определить сопротивление резистора. К выполнению данной работы учащиеся подготовлены, так как они знают закон Ома для участка цепи и вытекающую из него формулу, а также владеют всеми необходимыми экспериментальными умениями и навыками.

8. СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ

Изучение темы «Сила тока, напряжение, сопротивление» завершают рассмотрением последовательного и параллельного соединений проводников (резисторов), выводят формулу для вычисления общего сопротивления цепи при последовательном и параллельном соединении проводников.

Вначале в результате опытов учащиеся должны усвоить, что:

ток, протекающий через все резисторы при последовательном соединении резисторов, один и тот же;

при последовательном соединении резисторов падение напряжения на всем соединении равно сумме падений напряжения на каждом резисторе;

при параллельном соединении резисторов ток в неразветвленной цепи равен сумме токов в разветвлении;

падение напряжения на всех параллельно соединенных разисторах одно и то же.

Уяснить сущность всех этих закономерностей помогает гидродинамическая аналогия.

На основе перечисленных выше закономерностей и закона Ома для участка цепи устанавливают формулы для общего сопротивления соединений резисторов.

При изучении этого материала полезно использовать уже усвоенную учащимися зависимость $R=\rho\frac{l}{S}$ и дать качественную оценку: при последовательном соединении проводников как бы увеличивается длина, а при параллельном — площадь поперечного сечения проводника, включенного в цепь. Понятно, что в первом случае происходит увеличение, а во втором — уменьшение общего сопротивления.

В качестве примера практического применения параллельного соединения резисторов можно рассмотреть ламповый реостат. В практике часто применяют термин «нагрузка». Надо разъяснить учащимся, что, чем меньше сопротивление, тем в цепи больше ток и больше «нагрузка». Включая в ламповом реостате все больше параллельно соединенных ламп, мы уменьшаем этим сопротивление лампового реостата и увеличиваем нагрузку в цепи.

На дом можно дать задание каждому ученику — составить схему домашней электропроводки.

Решение задач начинают со случая последовательного соединения проводников.

1. В электрическую цепь включены последовательно проводник сопротивлением 5 Ом и две электрические лампы сопротивлением 0,25 Ом каждая. Определите общее сопротивление цепи.

Решение начинают с вычерчивания схемы соединения (рис. 24-11). Точки соединения обозначают буквами A, B, C и D. Общее сопротивление цепи:

$$R_{AD}=R_{AB}+R_{BC}+R_{CD},$$

т. е. $R_{AD}=5$ Ом$+0,25$ Ом$+0,25$ Ом$=5,5$ Ом.

Далее решают задачи на параллельное соединение проводников.

2. Два проводника сопротивлением $r_1=5$ Ом и $r_2=30$ Ом включены, как показано на рисунке 24-12, к зажимам источника тока напряжением 6 В. Определите сопротивление цепи и силу тока на всех участках цепи.

Общее сопротивление R_{AB} определяют по формуле $\frac{1}{R_{AB}}=\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}$, а общий ток в цепи $I_0=\frac{U_{AB}}{R_{AB}}$. Ток $I_1=\frac{U_{AB}}{r_1}$ и

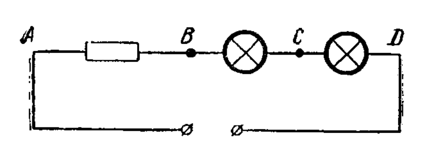


Рис. 24-11.

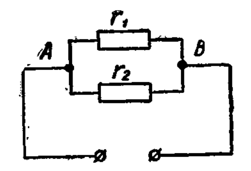


Рис. 24-12.



$I_2 = \frac{U_{AB}}{r_2}$. Получают $R_{AB} \approx 4{,}3$ Ом, $I_0 = 1{,}4$ А, $I_1 = 1{,}2$ А и $I_2 = 0{,}2$ А. Проверкой правильности решения может служить равенство $I_0 = I_1 + I_2$. Действительно, 1,4 А = 1,2 А + 0,2 А.

Есть случаи, когда точки разветвления в цепи нельзя сразу увидеть. В этом случае составляют так называемые эквивалентные схемы. Задачи такого типа можно давать после достаточных упражнений с простейшими цепями.

3. Проводники соединены так, как показано на рисунке 24-13. Сопротивление каждого из них 1 Ом. Определите общее сопротивление цепи.

Для решения задачи схему представляют в более удобном виде (рис. 24-14). Тогда становится очевидным, что все проводники соединены параллельно.

При повторении возможно решение задач на смешанное соединение проводников, например:

Определите полное сопротивление цепи и токи в каждом проводнике, если проводники соединены так, как показано на рисунке 24-15, а $r_1 = 10$ Ом, $r_2 = 2$ Ом, $r_3 = 3$ Ом, $U_{AC} = 11$ В.

В заключение необходимо разобрать более сложные схемы электрических цепей, чем те, которые были рассмотрены в начале темы. Например, полезно разобрать схему электропроводки в помещении, состоящем из нескольких комнат, схемы для коридорных ламп. Здесь уместно предложить учащимся творческие задания, например:

Сколькими способами можно соединить три сопротивления: 1; 2 и 3 Ом? Изобразите возможные схемы соединения. Найдите наибольшее и наименьшее сопротивление.

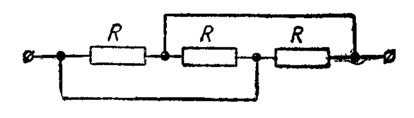


Рис. 24-13.

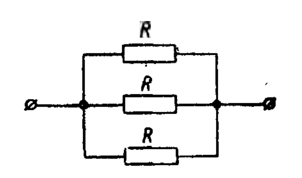


Рис. 24-14.

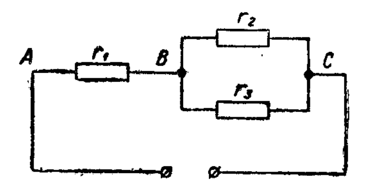


Рис. 24-15.

Примеры таких заданий учитель найдет в пособии Р. И. Малафеева «Творческие задания по физике для учащихся VI—VII классов» (М., «Просвещение», 1971) и в интересной статье Н. А. Бондарева («Физика в школе», 1972, № 6).

На последовательное и параллельное соединения проводят две лабораторные работы. Их главная цель — проверить на опыте и сопоставить следующие закономерности:

при последовательном соединении	при параллельном соединении
$U_{общ}=U_1+U_2+U_3$,	$I_{общ}=I_1+I_2+I_3$,
$I_{общ}=I_1=I_2=I_3$,	$U_{общ}=U_1=U_2=U_3$,
$R_{общ}=R_1+R_2+R_3$;	$\frac{1}{R_{общ}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}$.

В зависимости от подготовки учеников решают, будет ли работа проводиться с тремя резисторами или только с двумя. В последнем случае работа значительно упрощается. Возможно задания для разных учащихся дифференцировать, предложив более сильным по успеваемости работу с тремя резисторами.

На последнем уроке темы проводят повторение. Здесь полезно предложить программированные задания [20, 56—66], а затем дать итоговую работу [2, работа 34].

ГЛАВА 25

РАБОТА И МОЩНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Данная тема включает понятия работы и мощности электрического тока, а также различные применения теплового действия тока.

Введенное до этого понятие электрического поля, а также электронные представления создают необходимые условия для расширения и углубления понятия работы и закона сохранения и превращения энергии.

Тема дает благодатный материал для формирования диалектико-материалистического мировоззрения учащихся (в связи с рассмотрением процессов превращения энергии), воспитания чувства советского патриотизма и пролетарского интернационализма (в связи с изучением работ отечественных и иностранных физиков и электротехников).

Тема имеет важное значение для решения задач политехнического обучения. В ней изучают приборы, имеющие широкое применение как в народном хозяйстве, так и в быту. Преподавание данного раздела в курсе физики должно быть тесно связано с работами по электромонтажу и простейшему ремонту электроприборов, с тем чтобы учащиеся приобрели не только

теоретические знания, но и необходимые простейшие практические навыки.

На изучение темы «Работа и мощность тока» программа отводит 5 часов.

По урокам материал темы распределяется примерно следующим образом:

1-й урок. Работа электрического тока. Единицы работы тока. Решение задач на вычисление работы тока.

2-й урок. Мощность электрического тока. Единицы мощности тока. Решение задач на вычисление мощности тока.

3-й урок. Измерение электрической энергии. Электрический счетчик. Решение задач на расчет стоимости электроэнергии. Лабораторная работа на определение мощности, потребляемой электрической лампочкой.

4-й урок. Нагревание проводников электрическим током. Электронагревательные приборы. Короткое замыкание. Плавкие предохранители.

5-й урок. Решение задач. Лабораторная работа «Определение эффективности установки с электрическим нагревателем».

1. РАБОТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Тему целесообразно начинать с уточнения понятий энергии и механической работы, с которыми учащиеся знакомились при изучении механики в VI классе. В качестве примера можно рассмотреть падение тела в поле тяготения Земли, приведя следующие рассуждения. Если тело массой m падает с высоты h_1 до высоты h_2, то при этом сила тяжести совершает работу $A=9{,}8\ m(h_1-h_2)$. Эта работа равна изменению потенциальной энергии тела: $A=П_1-П_2$. Но общая энергия не изменилась, только теперь она стала равной сумме потенциальной и кинетической энергии тела на высоте h_2. Отсюда делают вывод: работа характеризует изменение энергии или превращение одного вида энергии в другой. В данном случае происходит превращение одного вида механической энергии (потенциальной) в механическую энергию другого вида (кинетическую).

Далее сообщают, что и работа электрического тока также характеризует процесс превращения энергии одного вида (энергии электрического поля) в энергию другого вида (внутреннюю энергию тел в механическую и другие виды энергии).

При введении понятия работы электрического тока можно воспользоваться опытами по тепловому действию тока (нагревание проводников) и опытами, непосредственно демонстрирующими механическую работу электрического тока (подъем груза электродвигателем).

С этой целью собирают электрическую цепь, в которую последовательно включают лампы накаливания и реостат. Для измерения силы тока и падения напряжения на лампе применяют демонстрационные амперметр и вольтметр.

Реостат и источник тока подбирают так, чтобы лампа ярко светилась при выведенном и почти не светилась при полностью введенном реостате. Если перевести ползунок реостата в среднее положение и замкнуть цепь, то наблюдают свечение лампы. Результат опыта объясняют с помощью электронных представлений и понятия об электрическом поле. При этом важно выяснить, что работа тока совершается за счет энергии электрического поля.

Для решения этой задачи учитель напоминает «механизм» электрического тока в металлическом проводнике. Свободные, хаотически движущиеся электроны в металле при замыкании цепи под действием электрического поля, созданного источником тока, приходят в упорядоченное движение. Если налицо «действие силы» и «перемещение», то естественно при этом говорить о работе поля.

Движение электронов вызывается действием электрического поля, следовательно, работу совершает электрическое поле. В итоге расходуется электрическая энергия источника тока. Действительно, когда цепь разомкнута и тока в цепи нет, электрическая энергия не расходуется и никаких процессов, например, в химическом источнике тока не происходит. При замыкании цепи совершается работа и расходуется электрическая энергия, а в химическом источнике тока происходят химические реакции, в результате которых химическая энергия превращается в электрическую, чтобы восполнить расход энергии в электрической цепи.

Работа электрического тока совершается электрическим полем, и при этом расходуется электрическая энергия. По закону сохранения и превращения энергии происходит превращение одного вида энергии в другой.

Электроны при своем движении взаимодействуют с атомами проводника, в результате чего скорость теплового движения атомов возрастает, внутренняя энергия проводника увеличивается, проводник нагревается. В этом случае происходит превращение электрической энергии во внутреннюю.

Работа электрического тока может характеризовать также превращение электрической энергии в механическую. Однако объяснить этот процесс учащимся на данном этапе изучения курса полностью нельзя. Но в повседневной жизни школьники уже встречались с электродвигателями, и им достаточно продемонстрировать опыты, наглядно показывающие превращение электрической энергии в механическую.

Для демонстрации собирают установку из электродвигателя, последовательно с которым включают реостат и демонстра-

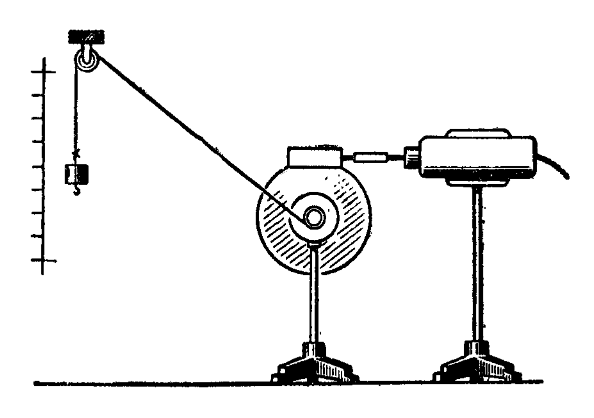


Рис. 25-1.

ционный амперметр. На оси электродвигателя укрепляют один конец нити, переброшенной через блок, который установлен над валом двигателя. На другой конец нити прикрепляют груз. При работе электродвигателя нить наматывается на ось, груз поднимается. Чтобы уменьшить скорость подъема груза, целесообразно применить редуктор, можно для этой цели использовать червячную центробежную машину (рис. 25-1).

Учащиеся на опыте видят, что электрический ток совершает работу, следовательно, электрическая энергия превращается в механическую.

На основе демонстраций и приведенных выше рассуждений делают вывод:

электрическое поле совершает работу, вызывая перемещение зарядов в проводнике;

если проводник покоится, то при наличии тока происходит превращение электрической энергии во внутреннюю;

если проводник движется, то происходит превращение электрической энергии в механическую и внутреннюю энергию (проводник нагревается).

Чтобы установить, от чего зависит работа электрического тока, возвращаются к установке с лампой накаливания. Изменяя сопротивление реостата, демонстрируют различное свечение лампы. Замечают значение силы тока и напряжения в этих случаях. Очевидно, чем ярче светится лампа, тем больше выделяется в ней энергии и, следовательно, тем большую работу совершает электрический ток. Замечают, что именно этому случаю соответствуют и бóльшие значения силы тока и напряжения.

Опыт дает возможность качественно установить: работа электрического тока A пропорциональна силе тока I, напряжению U и времени t. Записывают формулу $A=IUt$. Выясняют единицы измерения входящих в формулу величин.

Опыт можно поставить иначе. Лампу или накаливаемую током спираль поместить в калориметр с водой и наблюдать изменение температуры воды. Вывод в этом случае о зависимости работы от силы тока, напряжения, времени можно подтвердить расчетами. Однако этот опыт требует больше времени, и вряд ли его стоит рекомендовать в VII классе.

Эту же зависимость качественно можно проиллюстрировать и на опыте с электродвигателем, если изменять подаваемое на него напряжение.

Формула работы может быть получена сразу же из известного учащимся определения напряжения $U=\frac{A}{q}$. Именно таким путем введена формула работы в учебнике.

Заметим, что здесь по сути дела имеет место логический круг. Действительно, вводя понятие напряжения $\left(U=\frac{A}{q}\right)$, используют понятие работы; выясняя же понятие работы электрического тока, используют определение напряжения ($A=Uq$).

В разобранном выше варианте изложения материала (опыт с электродвигателем) делается попытка избежать логический круг.

Здесь зависимость $A=IUt$ введена не из формулы $U=\frac{A}{q}$, а из опыта, хотя и довольно нестрогим путем. Следует только помнить, что при введении понятия о напряжении уже применяли понятие о работе $\left(U=\frac{A}{q}\right)$. Но при этом использовали лишь некоторые общие представления о работе, которые бесспорно были у всех учащихся VII класса к тому времени. Учащимся не было известно, что $A=IUt$. Они только понимали, что в электрической цепи совершается работа (нагреваются проводники, нити накала ламп) и эта работа как-то связана с напряжением. На основе этого вводили формулу $U=\frac{A}{q}$. Затем выясняли, от чего зависит работа в электрической цепи, и совершенно независимо вводили формулу $A=IUt$.

Все приведенные выше рассуждения о работе тока преследовали цель более подробно объяснить сущность происходящих в электрической цепи превращений энергии. Если формула $A=IUt$ будет выведена из определения напряжения, то все эти рассуждения следует провести после вывода формулы.

В результате введения формулы $A=IUt$ учащиеся должны усвоить, что в цепи происходит превращение одного вида энергии в другой, а работа A является мерой этих превращений.

Для закрепления решают задачи, в которых учащиеся используют известные им формулы:

$$A=IUt \text{ и } A=Ph.$$

1. Какую работу совершит электрический ток в лампочке карманного фонаря за 10 мин, если напряжение на лампе 4,0 В, а ток 250 мА?

2. Определите к. п. д. электродвигателя, который при напряжении 220 В и силе тока 2 А за 30 с поднимает груз массой 100 кг на высоту 10 м.

Учащиеся, пользуясь формулой закона Ома для участка цепи, могут самостоятельно получить, кроме формулы $A=IUt$, две другие формулы работы электрического тока: $A=I^2Rt$ и $A=\frac{U^2}{R}t$.

2. МОЩНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

С понятием мощности учащиеся уже встречались при изучении механики. Поэтому вначале повторяют определение мощности и единицы ее измерения. Замечают, что механическую мощность принято обозначать буквой N, а мощность электрического тока буквой P. Затем предлагают самим учащимся вывести формулы мощности электрического тока:

$$P=\frac{A}{t}=\frac{IUt}{t}=IU.$$

Сообщают, что мощность электрического тока, как и мощность механическую, измеряют в ваттах. Дают определение ватта, вводят и более крупные единицы мощности: 1 гВт и 1 кВт.

Для лучшего усвоения учащимися этих понятий вначале решают простейшие задачи с использованием лишь формулы $P=IU$ и только потом комбинированные задачи, в которых необходимо еще применять закон Ома для участка цепи.

1. Определите мощность тока в электроплитке, если она рассчитана на напряжение 220 В и силу тока 3,0 А.

2. Электропечь работает при напряжении 380 В и обладает мощностью 4,4 кВт. Определите сопротивление ее обмотки.

Учащимся сообщают, что если речь идет о мощности прибора, то под этим подразумевают мощность электрического тока в данном приборе в тех условиях, на которые рассчитан прибор.

Так, если в спирали электроплитки при напряжении $U_1=120$ В устанавливается ток $I_1=5$ А, то при меньшем напряжении, например $U_2=80$ В, ток I_2 будет меньше. Ток во втором случае $I_2=\frac{U_2 I_1}{U_1}=\frac{80\,\text{В}\cdot 5\,\text{А}}{120\,\text{В}}=3{,}3$ А, а потребляемая плиткой мощность $P_2=I_2U_2=3{,}3$ А$\cdot$80 В ≈ 260 Вт. В первом же случае мощность была равна:

$$P_1=5\text{А}\cdot 120\ \text{В}=600\ \text{Вт}.$$

На следующем уроке целесообразно провести лабораторную работу «Определение мощности, потребляемой электрической лампочкой». Ее можно ставить в форме экспериментальной задачи. При анализе формулы мощности $P=IU$ учащиеся сами устанавливают, какие приборы необходимо применить в работе, и вычерчивают схему электрической цепи. Следует предусмотреть дополнительное задание для учеников, например: измерить мощность тока, потребляемого моторчиком, или мощность тока, выделяемую на данном сопротивлении. Можно в работе применить две лампочки разной мощности.

Для домашней работы предлагают учащимся задачу: «Имеются три лампы накаливания на 40 Вт и две на 60 Вт, рассчитанные на напряжение 110 В. Как следует включить эти лампы в сеть 220 В, чтобы все они светили в полный накал?»

Далее вводят новую для учащихся единицу работы — ватт-секунду и устанавливают соотношение между джоулем и ватт-секундой. Указывают на более крупные единицы работы, применяемые в практике: гектоватт-час и киловатт-час.

Особое внимание нужно уделить знакомству школьников с паспортами различного рода электрических приемников — электродвигателей, электронагревательных приборов — с целью привития навыка правильного использования этих приборов. Эту работу полезно провести с раздаточным материалом, используя для данной цели электрические лампы.

Приведем пример такого расчета. На цоколе электрической лампы указано: 96 Вт; 127 В. Силу тока в этой лампе при полном ее накале и сопротивление ее найдем следующим образом: мощность $P=IU$, откуда $I=\frac{P}{U}$, $I=\frac{96\ \text{Вт}}{127\ \text{В}}\approx 0{,}76$ А. По закону Ома для участка цепи $I=\frac{U}{R}$, откуда $R=\frac{U}{I}$, получаем $R=\frac{127\ \text{В}}{0{,}76\ \text{А}}\approx 170$ Ом.

Полезно также предложить учащимся такую задачу:

Будет ли светить лампочка карманного фонарика (3,5 В; 0,28 А), если ее включить последовательно с лампой 60 Вт в сеть с напряжением 220 В? (Ответ. Да.)

3. ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СЧЕТЧИК

Устройство электрического счетчика в VII классе не рассматривают, но учащимся дают представление о том, что основной его частью является маленький электрический двигатель, соединенный со счетчиком оборотов. Скорость вращения ротора электродвигателя при постоянном напряжении на обмотке зависит от тока, потребляемого приемниками. Счетчик

оборотов проградуирован в единицах работы гектоватт-час (гВт·ч) или киловатт-час (кВт·ч).

Работу электрического тока в квартире или на производстве подсчитывают по показаниям счетчика, снятым в начале и в конце времени потребления электрической энергии.

Учащимся показывают демонстрационный счетчик электрической энергии. Если в кабинете нет демонстрационного счетчика, надо продемонстрировать обычный счетчик, обратив внимание на вращение его диска.

Далее учащимся сообщают, как по показаниям счетчика производят расчет стоимости израсходованной электроэнергии. Решают задачи примерно следующего содержания:

Рассчитайте стоимость израсходованной электроэнергии при тарифе $B=4\ \frac{\text{коп.}}{\text{кВт·ч}}$, если показания счетчика до включения прибора были $A_1=401$ кВт·ч, а через некоторое время $A_2=421$ кВт·ч.

Учащимся, в квартире которых расположен счетчик, дают задание на дом: два раза через какое-то время снять показания счетчика и произвести расчет стоимости электроэнергии, израсходованной за это время. Школьники должны научиться заполнять корешок квитанции для оплаты за электроэнергию и производить расчеты за электроэнергию.

Завершают урок лабораторной работой по определению мощности тока, потребляемой электрической лампой.

4. ТЕПЛОВОЕ ДЕЙСТВИЕ ТОКА

Учащимся уже известно, что в проводнике при протекании тока происходит превращение электрической энергии во внутреннюю и проводник нагревается. Задача состоит в том, чтобы установить зависимость количества теплоты, выделяющегося в проводнике, от силы электрического тока, сопротивления проводника и времени прохождения тока.

Вначале эту зависимость следует установить качественно. Учащиеся неоднократно наблюдали тепловое действие тока в бытовых приборах. На опыте с лампой накаливания они убедились, что накал лампы возрастал при увеличении тока. Теперь следует показать, что нагревание проводников зависит не только от силы тока, но и от сопротивления проводников. С этой целью полезно поставить опыт, показывающий тепловое действие тока в цепочке, состоящей из трех последовательно соединенных проводников разного сопротивления: медного, стального и никелинового. Ток, существующий во всех последовательно соединенных проводниках, одинаков. Количество же выделяющейся теплоты, как хорошо видно на опыте (для обеспечения лучшей видимости на проводники помещают бумажные указатели, а класс частично затемняют), в проводниках разное.

Вначале заметно накаляется только никелиновый проводник, при увеличении тока — никелиновый и железный, медная же проволока нагревается незначительно.

Из опыта делают вывод: нагревание проводников зависит от их сопротивления. Чем больше сопротивление проводника, тем больше он нагревается. Объясняют, что аналогичная картина наблюдается во всех нагревательных приборах, в которых накаляются спирали, а подводящие к ним провода заметно не нагреваются.

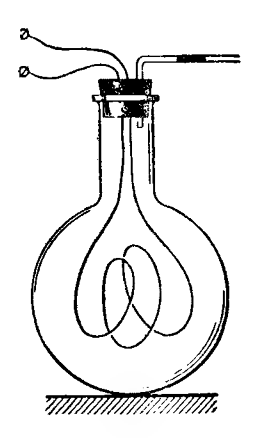


Рис. 25-2.

Но недопустимо при этом представление, что подводящие провода не нагреваются вообще. Полезен и нагляден опыт, предложенный Н. М. Шахмаевым, в котором провода, подводящие питание какому-либо прибору, помещают в герметически закрытую колбу (рис. 25-2). Измеменение температуры воздуха в колбе обнаруживают с помощью манометра по расширению воздуха.

Если в подводящих проводах, даже при их малом сопротивлении, будет чрезмерно большой ток, то произойдет их значительное нагревание. При наличии тока, получившего название сжигающего, возможно воспламенение изоляции проводников.

Допустимую силу тока для различных проводников обычно приводят в специальных таблицах. На уроках в VII классе вполне достаточно ограничиться сообщением о значении тока, допустимого для комнатной электропроводки. Так, например, для проводов сечением 0,75 мм^2 допустимый ток 13 А (при резиновой или полихлорвиниловой изоляции). Провода сечением 1 мм^2 допускают ток до 15 А; при сечении 1,5 мм^2 — 20 А. Однако при расчете проводников берут сечение проводов значительно большее, так как провода при работе не должны ощутимо нагреваться.

Учащиеся знают уже формулу работы $A=IUt$. Кроме того, им известно, что в неподвижных проводниках вся работа тока идет лишь на нагревание проводников, т. е. на то, чтобы увеличить их внутреннюю энергию. Следовательно, количество теплоты $Q=A=IUt$. По закону Ома для участка цепи $U=IR$. Если это учесть, то

$$Q=I^2Rt.$$

Для учителя заметим, что формулы $Q=I^2Rt$, $Q=IUt$ и $Q=\frac{U^2}{R}t$, вообще говоря, не идентичны. Дело в том, что первая формула всегда определяет превращение электрической

энергии во внутреннюю, т. е. количество теплоты. По другим формулам в общем случае определяют расход электрической энергии, идущей как на нагревание, так и на совершение механической работы. Для неподвижных проводников эти формулы совпадают.

Учащимся нужно сказать, что закономерность $Q=I^2Rt$ независимо друг от друга установили опытным путем русский ученый Ленц и английский ученый Джоуль, поэтому и называют ее законом Джоуля—Ленца.

Если учитель найдет возможным проверить зависимость $Q=I^2Rt$ экспериментально, то рекомендуем следующий опыт.

В калориметр наливают отмеренное мензуркой количество керосина, достаточное для погружения проволочной спиральки (200—250 г). Массу керосина определяют по его плотности и объему или взвешиванием. С помощью термометра определяют начальную температуру керосина. Собирают электрическую цепь, включая последовательно батарею аккумуляторов, проволочную спиральку, реостат и амперметр.

С помощью реостата устанавливают ток в цепи порядка 1 А. Через несколько минут выключают цепь. С помощью термометра устанавливают изменение температуры керосина в калориметре.

Количество теплоты, полученное керосином, определяют по формуле $Q_1=c_{\text{кер}}m_{\text{кер}}\Delta t^\circ$. Количество теплоты, выделенное током: $Q_2=I^2Rt$. В пределах допустимых погрешностей получается: $Q_1=Q_2$.

Электрические нагревательные приборы изучают как пример использования теплового действия электрического тока.

С частью электронагревательных приборов, нашедших применение в быту, учащиеся хорошо знакомы. Тем не менее следует достаточно подробно рассмотреть устройство этих приборов. При изучении каждого из нагревательных приборов выделяют основную часть — нагревательный элемент, показывают устройство этого элемента, способы изоляции и подключения в сеть. Большую пользу для изучения темы принесет просмотр учебного кинофильма «Электричество в быту», в котором показаны приборы и их ремонт, устройство электропроводки и электроарматуры.

Далее учащихся знакомят с применением теплового действия тока в промышленности и сельском хозяйстве. Сообщают, что тепловое действие тока используют в металлургии для выплавки стали и других металлов, для электросварки, обогрева теплиц, сушки зерна, в инкубаторах. Большие успехи в разработке специальных способов электросварки и соответствующего оборудования для нее достигнуты в СССР в институте им. Е. О. Патона. Целесообразно познакомить школьников с автоматическим регулированием температуры в нагревательных приборах, например в утюге, инкубаторе, термостате.

На занятиях целесообразно показать кинофильм «Из истории электрического освещения». Учащиеся должны ознакомиться с жизнью и деятельностью Петрова, Яблочкова, Славянова и других русских ученых, являющихся ярким примером служения своей родине.

При изучении ламп накаливания рассказывают о создании выдающимся русским изобретателем А. Н. Лодыгиным в 1872 г. лампы накаливания с угольным стержнем. Затем рассматривают устройство современных ламп, в которых применяют вольфрамовые нити и для уменьшения испарения металла баллоны наполняют инертными газами (аргоном или криптоном). Схему первой лампы Лодыгина показывают с помощью эпидиаскопа, современные лампы разной мощности и назначения лучше всего подобрать в большом количестве и использовать в качестве раздаточного материала.

Наряду с освещением работ русских ученых необходимо сказать о работах знаменитого американского изобретателя Т. Эдисона. Им были усовершенствованы лампы Лодыгина и разработана основная электрическая арматура (патрон, выключатель и другие элементы электропроводки).

Не лишней будет демонстрация лампы дневного света, но без рассмотрения ее устройства и принципа действия. Учитель может сообщить о преимуществе ламп дневного света перед обычными лампами накаливания.

Завершают изучение темы рассмотрением вопросов о коротком замыкании, о назначении и устройстве предохранителей.

К пониманию вопроса о коротком замыкании учащиеся уже достаточно подготовлены. Им уже говорилось, что электрические цепи рассчитаны на определенную силу тока. Если сопротивление цепи по каким-либо причинам уменьшится, то сила тока возрастет и может стать больше допустимой. Естественно, при этом будут нагреваться провода и возможно воспламенение изоляции проводов и даже перегорание (расплавление) проводов.

Такое уменьшение сопротивления цепи может возникнуть при включении параллельно дополнительных потребителей.

Особенно важным для изучения случаем является случай короткого замыкания, когда участок цепи замыкается проводником, сопротивление которого очень мало по сравнению с сопротивлением участка цепи. Ток при этом может достигнуть очень большой величины и возникает опасность пожара. Избежать этой опасности помогают предохранители.

Имея в распоряжении раздаточный материал — плавкие предохранители различных видов, учащиеся могут ознакомиться с их устройством самостоятельно по учебнику.

Кроме плавких предохранителей, рассматривают предохранители с биметаллической пластинкой.

Подчеркнем, что учитель должен настойчиво разъяснять недопустимость замены предохранителей «проволочкой» («жучком»), так как это может привести к загоранию проводов.

Устройство и применение различных нагревательных приборов в промышленности и сельском хозяйстве, к сожалению, не удается достаточно подробно разобрать в классе из-за недостатка времени.

Поэтому целесообразно этим вопросам посвятить специальное внеклассное чтение, на которое можно вынести три доклада учащихся:

1. Первое электрическое освещение свечами П. Н. Яблочкова.
2. Лампы накаливания и история их изобретения.
3. Использование теплового действия тока в промышленности и сельском хозяйстве.

По теме решают ряд задач:

1. Две проволоки одинаковой длины и сечения, железная и медная, соединены последовательно. В какой из них выделится большее количество теплоты?

2. Те же проволоки (см. задачу 1) соединены параллельно. В какой из них выделится большее количество теплоты?

3. Спираль электрической плитки укоротили. Как изменится количество выделяемой в ней теплоты, если плитку включить на то же напряжение?

4. При протекании тока в нагревательном приборе все время происходит выделение теплоты. Объясните, почему температура этого прибора не возрастает безгранично.

Из вычислительных задач решают лишь простые с использованием формулы $Q=I^2Rt$. Затруднение у учащихся могут вызвать задачи, в которых дана мощность прибора P, время работы t и требуется найти количество теплоты Q. Для их решения и анализа обращают внимание учащихся на то, что $Q=Pt$.

5. Какое количество теплоты выделится в течение часа в проводнике сопротивлением 10 Ом при токе 2 А?

6. Определите количество теплоты, которое дает электроприбор мощностью 2 кВт за 10 мин работы.

Возможно, но не обязательно, решение комбинированных задач, в которых используется еще и формула $Q=cm(t_2°-t_1°)$.

7. Определите, на сколько градусов нагреваются 100 г воды, если на нагревание их израсходовано все количество теплоты, выделяющееся при протекании тока 5 А по проводнику сопротивлением 10 Ом в течение 2 мин.

Программой предусмотрена лабораторная работа «Определение эффективности установки с электрическим нагревателем», которую и следует провести в завершении 5-го урока.

Работу лучше всего провести с лабораторной электрической плиткой. Это можно сделать либо до изучения нагревательных приборов, пользуясь тем, что все учащиеся в общих чертах знакомы с электроплиткой, либо в самом конце темы, когда будет рассмотрено устройство электроплитки. Работа может быть поставлена в двух различных по трудности вариантах.

Первый вариант. Измеряют амперметром ток и вольтметром напряжение, подаваемое на электрическую плитку, а также секундомером время протекания тока. Затем по формуле $Q_1 = IUt$ вычисляют количество теплоты, выделяемое током в электроплитке. Эффективность установки выражают отношением количества теплоты, полезно затраченного на нагревание воды в сосуде, к общему количеству теплоты, выделяемому током в нагревательном приборе.

Второй вариант. Количество выделяющейся теплоты вычисляют по мощности нагревательного прибора, указанной в его паспорте (без использования амперметра и вольтметра). Все остальное делают так же, как и в первом варианте.

Второй вариант значительно проще и требует меньше времени, но он дает учащимся меньше практических навыков.

В качестве самостоятельной работы может быть дано [2, работа 36] или программированные задания [20, 67—70].

ГЛАВА 26

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Изучение электромагнитных явлений имеет большое образовательное значение, способствует формированию диалектико-материалистического мировоззрения, знакомит учащихся еще с одним видом материи — магнитным полем.

При изучении электромагнитных явлений необходимо постоянно иметь в виду материалистическую идею близкодействия.

Трудности, встречающиеся при изучении электромагнитных явлений, состоят, во-первых, в том, что магнитное поле, как и электрическое, не обнаруживается непосредственно органами чувств. Поэтому приходится прибегать к многочисленным опытам, позволяющим исследовать свойства магнитного поля.

Изучение электромагнитных явлений имеет большое политехническое значение, так как эти явления лежат в основе важнейших технических устройств: электродвигателей, генераторов, телеграфа, телефона. Некоторые сведения политехнического характера и практические умения учащиеся получат при проведении лабораторных работ, особенно таких, как сборка и испытание электромагнитного реле и электродвигателя.

На изучение данной темы программой отводится 14 часов. Ее содержание видно из следующего примерного распределения учебного материала по урокам:

1-й урок. Магнитное поле прямого тока. Силовые линии магнитного поля.

2-й урок. Магнитное поле кругового тока и соленоида. Магнитный спектр.

3-й урок. Электромагниты. Лабораторная работа «Сборка электромагнита и изучение его действия».

4-й урок. Электромагнитное реле. Лабораторная работа «Сборка и испытание электромагнитного реле».

5-й урок. Телеграф. Электрический звонок.

6-й урок. Намагничивание стального стержня магнитным полем тока. Постоянные магниты. Магнитное поле Земли. Компас.

7-й урок. Лабораторная работа «Изучение свойств магнитов и получение магнитных спектров».

8-й урок. Телефон, микрофон.

9-й урок. Действие магнитного поля на проводники с током. Вращение рамки с током в магнитном поле. Устройство и действие амперметра и вольтметра.

10-й урок. Электрический двигатель постоянного тока и его применение. Лабораторная работа «Сборка и испытание модели электрического двигателя постоянного тока».

11-й урок. Электромагнитная индукция.

12-й урок. Генератор.

13—14-й уроки. Экскурсия. Итоговое занятие (конференция) по материалам темы.

1. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКА. СИЛОВЫЕ ЛИНИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

При изучении электромагнитных явлений необходимо учитывать, что учащиеся уже имеют о них некоторые сведения из предыдущей темы [17, § 58], а также из курса географии, природоведения, из повседневной жизни. Но все эти сведения не систематизированы, не точны и нередко обусловливают неправильные представления о сущности явлений.

Исходя из современных представлений о природе магнетизма и учитывая уже имеющиеся у школьников сведения об электрическом токе и электрическом поле, изучение темы следует начинать с магнитного поля тока и только после этого рассматривать поле постоянных магнитов.

Для того чтобы магнитное поле ассоциировалось в первую очередь с током, а не с магнитами, сначала повторяют опыт по взаимодействию гибких проводников с током (см. рис. 24-6). Полезно также повторить опыты по притяжению катушкой с током железных предметов. При этом обращают внимание учащихся на то, что:

железные предметы до включения тока не соприкасаются с катушкой, а находятся на некотором расстоянии от нее;

железные предметы приходят в движение только после включения тока в цепь катушки;

после выключения тока катушка не притягивает железные предметы;

в зависимости от направления тока наблюдается не только притяжение, но и отталкивание проводников.

Сообщают учащимся, что магнитное поле, хотя и в меньшей мере, действует не только на железные, но и на любые другие тела.

На основе опытов устанавливают, что движение проводников с током и железных предметов вызывается магнитным полем, окружающим проводник с током.

После установления важнейшего факта — существования магнитного поля — ставят задачу изучить его свойства. Для этого проводят новую серию опытов.

Берут хорошо заметный издали провод, располагают его вдоль меридиана и помещают над ним в качестве индикатора поля демонстрационную магнитную стрелку [опыт Эрстеда, 17, рис. 106]. В цепь включают реостат и амперметр (с указателем на середине шкалы). Замыкают цепь и наблюдают отклонение стрелки.

Этот опыт еще раз убеждает учащихся, что вокруг проводника с током существует магнитное поле.

Для исследования магнитного поля проводника с током проводник располагают вертикально и пропускают его в отверстие плексигласовой или фанерной пластинки. На пластинку ставят 5—6 лабораторных магнитных стрелок на таком расстоянии, чтобы они своими магнитными полями не влияли заметно друг на друга (рис. 26-1).

Для обеспечения лучшей видимости на концы стрелок укрепляют разноцветные флажки или применяют наклонное зеркало. Обращают внимание учащихся на то, что до включения тока стрелки расположены параллельно друг к другу по направлению север — юг. При замыкании цепи стрелки поворачиваются, располагаясь по окружности вокруг проводника с током.

Для того чтобы поворот стрелок был заметным, нужен постоянный ток 10—15 А или при токе 1 А проводник, состоящий из 10—15 витков.

Перемещая пластину со стрелками вдоль провода, делают вывод о том, что магнитное поле окружает проводник с током по всей его длине.

Изменив направление тока в исследуемой цепи, наблюдают поворот стрелок в противоположную сторону и из этого делают заключение об изменении направления действия магнитного поля.

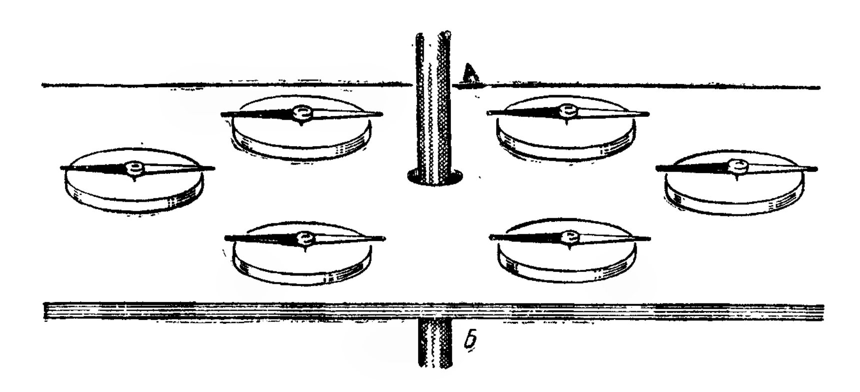


Рис. 26-1.

Следует также показать, что действие магнитного поля на стрелку становится тем меньше, чем дальше она находится от провода.

Чтобы обнаружить проникновение магнитного поля в различные среды, между проводом и стрелкой в опыте Эрстеда помещают картон, стекло, алюминиевую пластину и другие предметы (не ферромагнетики), наблюдают отклонение стрелки и делают вывод: магнитное поле распространяется в различных веществах.

На основе опытов делают выводы.

Проводник с током окружен магнитным полем. Оно обнаруживается по действию на другой проводник с током, на магнитную стрелку. При изменении направления тока в проводнике изменяется и направление действия магнитного поля. Магнитное поле распространяется по всем направлениям от проводника и пронизывает окружающие тела. Магнитное поле не имеет границ. После этого, используя железные опилки, следует показать спектр магнитного поля прямого тока и ввести понятие о силовых линиях магнитного поля [17, рис. 107].

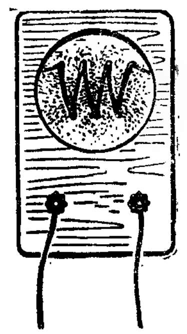
После введения понятия силовых магнитных линий показывают графическое изображение магнитных полей.

Далее знакомят учащихся с принятым направлением магнитной силовой линии в данной точке поля и определением этого направления по правилу правого винта или буравчика.

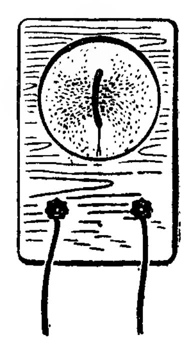
2. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ КРУГОВОГО ТОКА И СОЛЕНОИДА

На практике (в приборах, машинах и т. п.) чаще используют магнитное поле не прямого проводника, а различных катушек. Указав на это, перед учащимися ставят новую задачу: изучить магнитное поле кругового тока и катушки с током.

Изучение начинают с показа действия магнитного поля на демонстрационную магнитную стрелку, помещенную в центр кругового тока диаметром 12—15 см, расположенного в плоскости меридиана. Затем для усиления магнитного поля проводник свертывают из нескольких витков, а чтобы витки не рассыпались, их соединяют (обматывают) изоляционной лентой. При замыкании цепи наблюдают поворот стрелки на бóльший угол.



Растянув витки круга в соленоид с расстоянием между ними 1—1,5 см (лучше изготовить такой соленоид заранее), располагают его ось перпендикулярно плоскости меридиана, ставят демонстрационную стрелку в середину соленоида, включают ток и наблюдают поворот стрелки вдоль оси соленоида. При изменении направления тока стрелка поворачивается в другую сторону. Делают выводы: направление действия магнитного поля меняется с изменением направления тока. Вводят правило буравчика для кругового тока.



После наблюдения действия магнитного поля кругового и соленоидального токов на магнитную стрелку демонстрируют магнитный спектр поля при помощи моделей (рис. 26-2).

3. ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ

При изучении электромагнитов можно использовать школьный дугообразный электромагнит. Чтобы обосновать целесообразность такого устройства, показывают действие двух катушек сначала без сердечника, а затем с железным сердечником. Обращают внимание учащихся на то, что при наличии сердечника магнитное поле действует на якорь электромагнита значительно сильней.

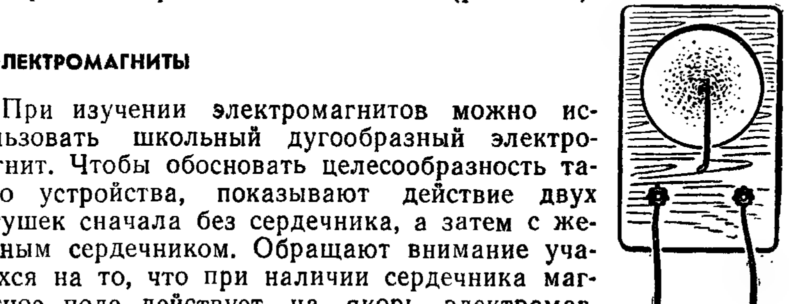


Рис. 26-2.

Эффективным оказывается опыт с моделью поворотного электромагнитного крана, собранного из деталей набора по механике—«Конструктор». Демонстрация переноса «грузов» электромагнитным краном всегда вызывает оживление в классе.

В заключение, используя описание, имеющееся в учебнике, проводят лабораторную работу «Сборка электромагнита и испытание его действия».

При изучении реле важно показать, что, используя электромагниты, можно с помощью малого тока включать установки большой мощности. При этом пусковая кнопка реле может находиться на большом расстоянии от включаемого устройства. Например, диспетчер железнодорожного узла из диспетчерского помещения при помощи реле переводит железнодорожные стрелки, включает световую сигнализацию, диспетчер энергосистемы управляет при помощи реле пуском и остановкой электрических станций и отдельных электрических генераторов, находящихся на расстоянии нескольких сот километров. (Так, Рыбинская, Угличская и другие электростанции управляются диспетчером из Москвы). При помощи реле запускают космические ракеты на космодроме.

Устройство и принцип действия электромагнитного реле можно изучить на простейшей установке, основную часть которой составляет рассмотренный выше школьный электромагнит *а* (рис. 26-3). Якорь *б* электромагнита привязывают к стальной линейке или ножовочному полотну *в*. При включении тока в обмотку электромагнита последний притягивает якорь и замыкает контакты *г*, включая тем самым электродвигатель или другую нагрузку. Для того чтобы якорь не удерживался под действием остаточного намагничивания сердечника, между якорем и сердечником приклеивают несколько слоев бумаги. Желателен также показ фотореле [18, рис. 106].

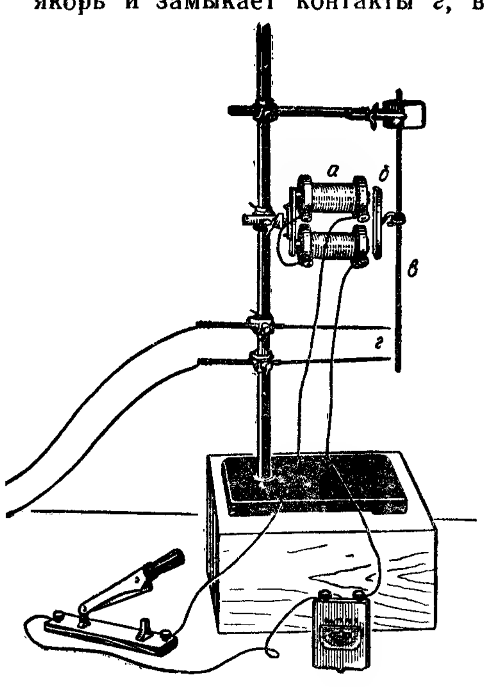


Рис. 26-3.

Лабораторную работу «Сборка и испытание электромагнитного реле» проводят, используя детали набора по электромагнетизму и описание, имеющееся в учебнике. Во время данной работы желательно также ознакомить учащихся с наиболее распространенными техническими электромагнитными реле типа РКН и РПМ, используя их в качестве раздаточного материала.

5. ТЕЛЕГРАФ

Телеграф можно рассматривать как своеобразное электромагнитное реле. Поэтому целесообразно дать учащимся самостоятельную работу по изучению электрического телеграфа по обстоятельному описанию, приведенному в § 92 учебника.

В целях повышения активности класса следует заблаговременно подготовить из учащихся 2—3 «телеграфистов», которые смогли бы продемонстрировать на уроке действие школьной модели телеграфа. Чтобы весь класс следил за работой телеграфа и «телеграфистов», вывешивают в классе таблицу с азбукой Морзе.

Для закрепления учащимся предлагают экспериментальные задачи [1, 453—470]; программированные задания [20, 71]; дидактический материал [15, § 24].

6. ПОСТОЯННЫЕ МАГНИТЫ

Магнитным полем тока намагничивают стальные предметы, которые становятся магнитами. Для опыта берут стальной стержень (ножовочное полотно, напильник) и наматывают на него 20—30 витков изолированного провода. Пропускают по обмотке постоянный ток и, вынув стержень, обнаруживают его магнитные свойства. Проделывают аналогичные опыты с алюминиевым, медным, стеклянным и другими стержнями. Исследуя их, выясняют, что они не становятся магнитами. Можно намагнитить стальные опилки, насыпанные в пробирку. Пробирка ведет себя как магнит. После встряхивания опилок ее магнитные свойства почти исчезают.

Намагничивание можно провести и в магнитном поле Земли [5, с. 431].

На основании этого опыта, а также из наблюдений за ориентацией магнитной стрелки в направлении север—юг нужно сделать вывод о наличии магнитного поля Земли и показать на глобусе ее магнитные полюсы [17, рис. 141].

Затем показывают, что магнитное поле постоянного магнита, как и поле проводника с током, пронизывает различные тела.

Хорошо поместить магнит в аквариум с водой, а также в безвоздушное пространство под колокол воздушного насоса и продемонстрировать распространение магнитного поля в пустоте и воде. Полезно сообщить учащимся, что советские космические корабли обнаружили магнитное поле Земли на больших расстояниях от нее, в безвоздушном пространстве.

После этого демонстрируют взаимодействие полюсов магнитов, используя подвешенный на нити магнит или демонстрационную магнитную стрелку на острие, к полюсам которых приближают полосовой магнит.

Изучение свойств магнитного поля завершают наблюдением магнитных спектров. Сначала магнитный спектр демонстрируют с помощью магнитных стрелок, применяя наклонное зеркало (рис. 26-4). Затем получают магнитные спектры полей различных магнитов, используя железные опилки.

При изучении магнитных спектров постоянных магнитов различной формы (прямого, дугового) нужно сопоставить их со спектрами магнитного поля соленоида с током и электромагнита с дугообразным сердечником.

Из сопоставления магнитных спектров нужно установить, что магнитные поля постоянных магнитов похожи на поля электромагнитов. Такое сходство не случайно. Магнитное поле обусловлено движением электрических зарядов или токами (гипотеза Ампера).

В заключение проводят лабораторную работу «Изучение свойств магнита и получение магнитных полей» [17, работа 14].

Из практических применений магнитов нужно указать на использование их в компасах, магнитных сепараторах, телефонах.

Следует также продемонстрировать кинофильм «Электромагниты и их применение».

На внеклассных занятиях в дополнение к указанным выше сведениям о применении электромагнитов можно познакомить учащихся с применением их в автоблокировке, в геологической разведке, в дефектоскопии магнитных материалов [9, с. 93—126].

Для закрепления предлагают экспериментальные задачи [1, № 471—485], дидактический материал [15, § 24], программированные задания [20, § 72].

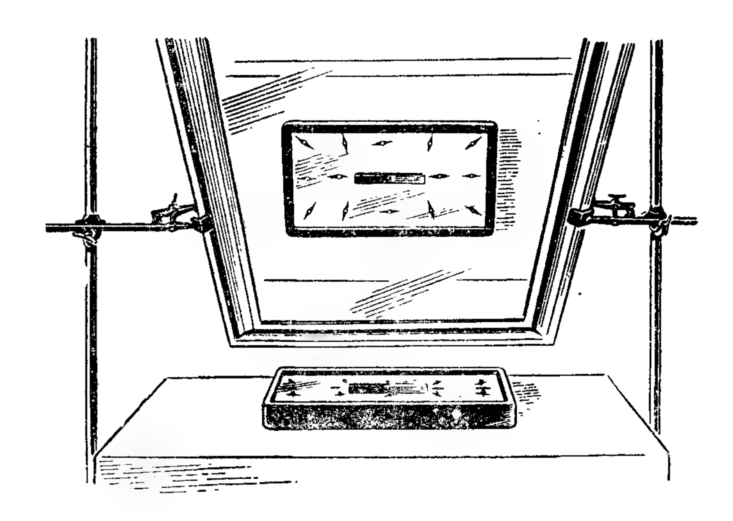


Рис. 26-4.

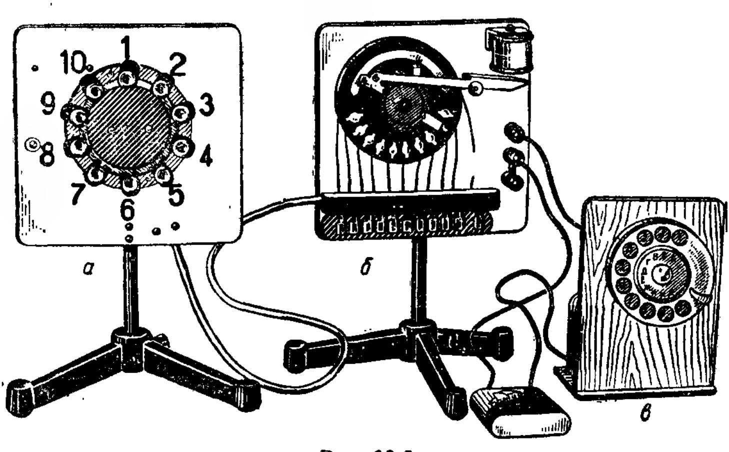


Рис. 26-5.

7. ТЕЛЕФОН

Для демонстрации действующей модели телефона можно использовать микрофонный капсюль и телефонную трубку, выпускаемые Главучтехпромом, или безбатарейный детский телефон с индукционным микрофоном. Объяснить действие индукционного микрофона следует при изучении электромагнитной индукции. Можно показать возникновение тока в цепи в момент нажатия на мембрану, включив в цепь гальванометр.

Объяснение устройства и действия технических телефонов нужно провести, используя таблицы и соответствующие фрагменты кинофильма «Электромагниты и их применение».

Весьма желательна экскурсия на телефонную станцию. При подготовке к экскурсии на АТС с учащимися следует рассмотреть в ознакомительном плане принцип устройства и действия телефона-автомата. При помощи учебного комплекта, предназначенного для демонстрации программного управления, разработанного Б. С. Зворыкиным, следует показать его работу. Для этого используют шаговое реле *б* комплекта (рис. 26-5), панель с сигнальными лампами *а* и номеронабиратель *в*.

В качестве самостоятельной работы можно предложить [2, работа 37].

8. ДВИЖЕНИЕ ПРОВОДНИКА С ТОКОМ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Важнейшее проявление магнитного поля — это действие его на движущиеся заряды. Для демонстрации этого явления собирают установку из дугообразного постоянного магнита и длинного гибкого изолированного провода, присоединенного последовательно с реостатом к аккумулятору (рис. 26-6).

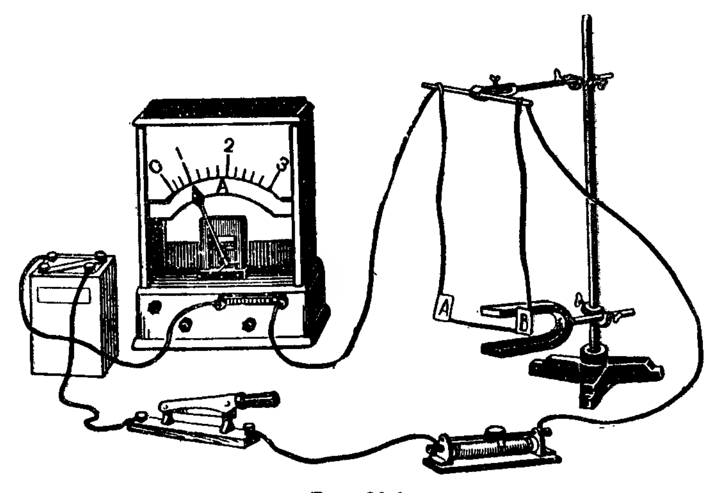


Рис. 26-6.

Горизонтальный участок провода располагают в магнитном поле магнита. Аккумулятор ставят так, чтобы расположение его полюсов было видно всем учащимся.

При замыкании цепи наблюдают отклонение провода, при размыкании — возвращение его к положению равновесия.

Затем убирают магнит и снова замыкают и размыкают цепь. Провод остается неподвижным. Делают вывод: магнитное поле действует с некоторой силой на провод с током; точнее говоря, магнитное поле действует на движущиеся электрические заряды, в данном случае на электроны, которые увлекают за собой проводник. При повторных опытах устанавливают зависимость направления движения провода от направления тока и расположения магнитных полюсов и вводят мнемоническое правило левой руки.

Затем рассматривают поворот витка с током в магнитном поле, используя прибор конструкции Хозанова (рис. 26-7). (Щетки в этом опыте присоединяют к кольцам.) Поворот рамки объясняют, применяя правило левой руки к каждому вертикальному участку витка.

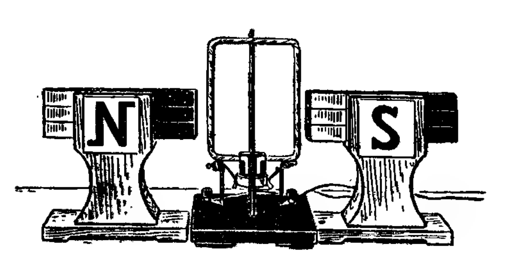


Рис. 26-7.

В качестве практического применения явления желательно ознакомить учащихся с устройством и принципом действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы. Для этого можно использовать плакаты и

демонстрационный школьный гальванометр. Полезно изготовление и упрощенных моделей [5, рис. 10—113].

Затем показывают демонстрационные амперметр и вольтметр. Объясняют устройство и назначение их главных частей: рамки, магнита, сердечника, стрелки-указателя, шкалы, шунта для амперметра и дополнительного сопротивления для вольтметра.

9. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

Для демонстрации устройства и принципа действия электродвигателя постоянного тока сначала используют установку, показанную на рисунке 26-7, присоединив щетки к полукольцам.

Пользуясь правилом левой руки, выясняют, что магнитное поле, действуя на вертикальные стороны рамки, вынуждает ее повернуться так, что ее плоскость располагается перпендикулярно силовым линиям поля. При этом по инерции рамка каждый раз проходит несколько дальше положения равновесия. Если в момент прохождения рамкой положения равновесия каждый раз изменять направление тока в ней, то она будет непрерывно вращаться.

Показывают, что такое изменение направления тока происходит автоматически при помощи особого устройства — коллектора. Наблюдая опыт, учащиеся должны отчетливо представлять, что вращение витка происходит в результате действия магнитного поля на проводники с током и что в этом процессе происходит превращение электрической энергии в механическую. Далее указывают, что на рассмотренном явлении основано устройство электродвигателей.

Мощность вращения рамки очень мала. Чтобы увеличить ее, нужно усилить магнитное поле, действующее на вращающийся виток, и увеличить ток в витке. Увеличения магнитного поля достигают применением электромагнитов, что и используют при устройстве технических электродвигателей. Здесь полезно рассказать о первом электродвигателе и его изобретателе — русском ученом Б. С. Якоби.

Устройство электродвигателей лучше всего объяснить на модели Главучтехпрома (рис. 26-8), обратив внимание учащихся на его якорь *а*, электромагнит *б*, коллектор *в* и щетки *г*.

В целях повышения интереса учащихся и повторения темы «Работа и мощность тока» полезно еще раз продемонстрировать подъем с помощью электродвигателя груза (см. рис. 25-1).

Следует также показать технические электродвигатели, напри-

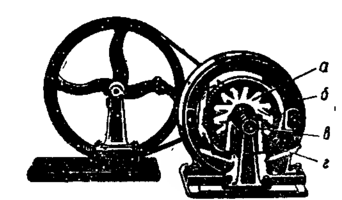


Рис. 26-8.

мер стартер автомашины. Полезно также использовать таблицы с изображением электродвигателей.

Ознакомление учащихся с применением электродвигателей можно провести в виде рассказа учителя или кратких (по 3—5 мин) докладов учащихся. (Применение двигателей на транспорте: двигатели метро, трамваев, троллейбусов, электровозов; в промышленности: двигатели станков; в быту: двигатели пылесосов, стиральных и швейных машин, компрессионных холодильников.)

Необходимо указать на достоинства электродвигателей: широкий диапазон мощностей — от нескольких ватт (электробритва) до нескольких тысяч киловатт (двигатели, применяемые в насосах для перекачки нефти, воды в шлюзах и каналах); на гигиеничность в работе (отсутствие выхлопных газов и дыма); быстрый пуск в ход и остановку; возможность управления двигателями с большого расстояния (телеуправление).

Главный недостаток электродвигателей — необходимость проводов для соединения со станцией или мощных и тяжелых батарей аккумуляторов, что затрудняет их использование, например, в автомобилях и тракторах.

Лабораторную работу «Сборка и испытание модели электродвигателя постоянного тока» проводят с набором по электромагнетизму в соответствии с описанием, имеющимся в учебнике.

Изучение электродвигателей может быть завершено экскурсией в трамвайный или троллейбусный парк, электродепо, авторемонтные мастерские или автогараж.

На внеклассных занятиях можно организовать работу с электроконструктором, со школьным набором по электромагнетизму, по изготовлению моделей электродвигателей.

Для закрепления учащимся предлагаются экспериментальные задачи [1, № 486—492], программированные задания [20, 73, 74].

10. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

Явление электромагнитной индукции имеет огромное значение в современной электротехнике. Электрификация народного хозяйства страны возможна только благодаря применению индукционных генераторов, вырабатывающих электроэнергию, и трансформаторов, позволяющих передавать ее на огромные расстояния.

В многочисленных приборах и аппаратах (индукционный сейсмограф, миноискатель, рудоискатель, индукционный микрофон, магнитофон) также используют явление электромагнитной индукции.

Урок можно начать с рассказа о поставленной Фарадеем задаче «обратить магнетизм в электричество» и в связи с этим

еще раз показать опыт Эрстеда или опыт по движению проводника с током в магнитном поле постоянного магнита (см. рис. 26-6). В этих опытах наглядно обнаруживают превращение электрической энергии в механическую. В связи с этим выдвигают проблему: а нельзя ли получить электрическую энергию за счет механической? После наводящих вопросов учащиеся обычно сами предлагают двигать проводник в магнитное поле магнита. Установка для этого опыта показана на рисунке 26-9. В опыте нужно использовать возможно более сильный дугообразный магнит или несколько магнитов, поставленных рядом.

Повторяют опыт, двигая магнит при неподвижном проводнике. При этом замечают, что индукционный ток тем больше, чем больше скорость движения проводника.

Возникновение тока в цепи при отсутствии в ней известных учащимся источников тока объясняют следующим образом.

При движении замкнутого проводника магнитное поле, пронизывающее площадь, охватываемую этим проводником, изменяется. Когда проводник вносят в пространство между ветвями магнита, магнитное поле усиливается, при удалении ослабляется.

В результате изменения магнитного поля возникает электрическое поле, которое и вызывает в цепи проводника и гальванометра электрический ток. Этот ток называют индукционным, а процесс возникновения электрического поля в результате изменения магнитного поля — электромагнитной индукцией. Чем быстрее изменяется магнитное поле, тем больше индукционный ток.

Для закрепления и углубления первоначальных понятий следует также показать известный опыт по обнаружению индукционного тока в катушке, присоединенной к гальванометру при вдвигании в нее постоянного магнита, а также опыт, установка для которого показана на рисунке 26-10. Индукционный ток в катушке *a* получают при движении в ней электромагнита *b*, а также при изменении тока в цепи этого электромагнита с помощью реостата и ключа.

Следующая задача — установление направления индукционного тока. Для этого используют установку, показанную на рисунке 26-9, предварительно определив направление отклонения стрелки гальванометра в зависимости от направления тока в цепи при включенном последова-

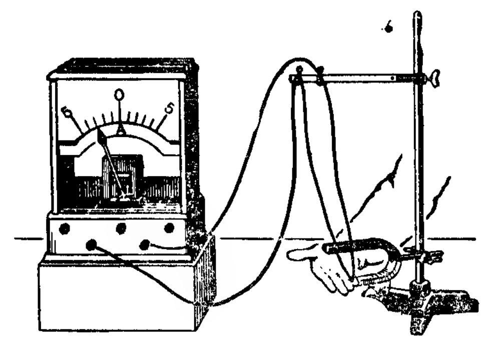


Рис. 26-9.

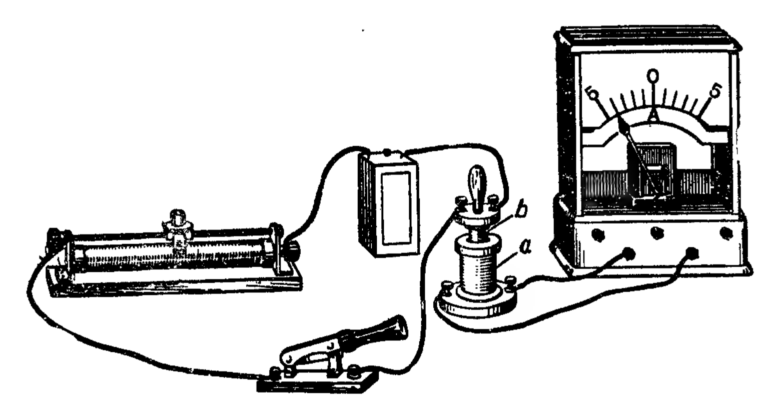


Рис. 26-10.

тельно с проводником (через дополнительное сопротивление!) гальваническом элементе.

Далее внимание учащихся обращают на то, что при движении замкнутого проводника между полюсами магнита индукционный ток возникает только тогда, когда проводник пересекает магнитные силовые линии. При этом направление индукционного тока зависит от направления движения проводника и направления силовых линий магнитного поля.

Наблюдая отклонения стрелки гальванометра в разные стороны в зависимости от направления движения проводника и расположения магнитных полюсов, устанавливают правило правой руки.

Это правило закрепляют с помощью упражнений, используя установку, изображенную на рисунке 26-9, и серию задач, в условии которых с помощью рисунков задано взаимное расположение магнитов и проводников [13, № 1883—1884].

Для закрепления полученных понятий полезно также провести лабораторную работу. В качестве индикаторов индукционного тока можно использовать лабораторные магнитные стрелки, поместив их внутри катушек, которые состоят из каркаса с намотанными на нем 50 витками изолированного провода. (По этому принципу был устроен индикатор Фарадея.) Индуцированное электрическое поле возникает в другой такой же катушке при движении в ней магнита. Катушки соединяют проводниками длиной 50—70 см. Такая работа может быть проведена и в домашних условиях.

11. ГЕНЕРАТОРЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Для объяснения устройства и принципа действия генератора переменного тока используют установку, показанную на рисунке 26-7. Здесь щетки следует присоединить к кольцам. Исполь-

зуя правило правой руки, показывают, что во внешней цепи должен протекать переменный (изменяющийся по направлению) ток. Этот вывод проверяют на опыте, присоединив щетки к демонстрационному гальванометру.

Полезно также показать устройство и действие школьной магнитоэлектрической машины, соединив ее щетки с кольцами. Машину подключают к демонстрационному вольтметру и, вращая якорь, показывают отклонение стрелки то в одну, то в другую сторону в зависимости от направления тока в цепи.

В ознакомительном плане желательно сообщить учащимся, что на современных крупных электростанциях применяют генераторы переменного тока с вращающимся индуктором (возбудителем) магнитного поля и неподвижной якорной обмоткой, в которой возникает индуцированное электрическое поле, вызывающее в цепи ток. (Это позволяет уменьшить ток в скользящих контактах.)

Пользуясь схемами, нужно рассказать школьникам об устройстве и назначении основных частей генератора и сообщить некоторые данные об их размерах и мощности.

Учащимся сообщают, что гидрогенераторы строят с большим числом пар полюсов ротора, так как гидротурбина не может вращать ротор с необходимой скоростью 3000 об/мин.

С устройством и действием гидрогенератора с многополюсными роторами можно также ознакомить учащихся во время экскурсии в РТС на примере магнето трактора.

Для закрепления учащимся предлагают экспериментальные задачи [1, № 493—502], программированные задания [20, 75].

12. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ (КОНФЕРЕНЦИЯ)

Изучение раздела «Электричество» целесообразно завершить учебной конференцией на тему «Применение электричества в народном хозяйстве». На конференции могут быть поставлены доклады учащихся с демонстрацией опытов и кинофильмов примерно на такие темы: «Ленинский план электрификации страны», «Применение электроэнергии в промышленности», «Применение электричества в сельском хозяйстве», «Применение электричества на транспорте и связи».

Вопросам электротехники можно посвятить интересные внеклассные мероприятия, например вечер или занятие физического кружка, на котором осветить жизнь и деятельность отечественных ученых и изобретателей-электротехников: Б. С. Якоби, Э. Х. Ленца, В. Н. Чиколева, П. Н. Яблочкова, А. Н. Лодыгина, Н. Г. Славянова, Д. А. Лачинова и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипин И. Г. Экспериментальные задачи по физике в 6—7 классах. М., «Просвещение», 1974.
2. Броневщук С. Г., Машевский Н. Д. Самостоятельные работы по физике в 6—7 классах. М., «Просвещение», 1973.
3. Буров В. А. и др. Демонстрационные опыты по физике в 6—7 классах средней школы. М., «Просвещение», 1970.
4. Буров В. А. и др. Фронтальные лабораторные занятия по физике в средней школе. М., «Просвещение», 1970.
5. Горячкин Е. Н., Орехов В. П. Методика и техника физического демонстрационного эксперимента в восьмилетней школе. М., «Просвещение», 1964.
6. Енохович А. С., Шамаш С. Я., Эвенчик Э. Е. Проверка знаний и умений учащихся по физике в 6—7 классах. М., «Просвещение», 1970.
7. Енохович А. С. и др. Контрольные работы по физике в 6—7 классах. М., «Просвещение», 1971.
8. Енохович А. С. Физика. Техника. Производство. М., Учпедгиз, 1962.
9. Жерехов Г. И. Политехническое обучение в демонстрационных опытах. М., Учпедгиз, 1957.
10. Золотов В. А. Вопросы и задачи по физике в 6—7 классах. М., «Просвещение», 1970
11. Каменецкий С. Е., Орехов В. П. Методика решения задач по физике в средней школе. М., «Просвещение», 1974.
12. Крылов К. Р. Элементы сельскохозяйственной техники в преподавании физики. М., «Просвещение», 1964.
13. Лукашик В. И. Сборник вопросов и задач по физике для 6—7 классов. М., «Просвещение», 1970.
14. Малафеев Р. И. Творческие задания по физике для учащихся 6—7 классов. М., «Просвещение», 1971.
15. Мартынов И. М., Хозяинова Э. Н. Дидактический материал по физике для 6—7 классов. М., «Просвещение», 1973.
16. Перышкин А. В., Родина Н. А. Физика, учебник для шестого класса. Изд. 9-е. М., «Просвещение», 1976.
17. Перышкин А. В., Родина Н. А. Физика, учебник для седьмого класса. Изд. 8-е. М., «Просвещение», 1976.
18. Перышкин А. В., Родина Н. А., Рошовская Х. Д. Преподавание физики в 6—7 классах средней школы. Изд. 2-е. М., «Просвещение», 1974.
19. Пеннер Д. И., Худайбердиев А. Физика. Программированные задания для 6—7 классов. М., «Просвещение», 1973.
20. Постников А. В. Проверка знаний учащихся по физике в 6—7 классах. М., «Просвещение», 1973.
21. Перельман Я. И. Занимательная физика. Кн. I и II. М., «Наука», 1971.
22. Перельман Я. И. Занимательная механика. М.—Л., Гостехтеориздат, 1951.
23. Покровский С. Ф. Наблюдай и исследуй сам. М., «Просвещение», 1966.
24. Степанов А. И. Вопросы метеорологии в курсе физики средней школы. М., Учпедгиз, 1963.
25. Усова А. В., Антропова Н. С. Связь преподавания физики в школе с сельскохозяйственным производством. М, «Просвещение», 1976.
26. Школьникам о XXIV съезде КПСС. М., «Просвещение», 1972.
27. Чеботарева А. В. Самостоятельные работы учащихся по физике в 7 классе. М., «Просвещение», 1972.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Часть I

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

Глава 1. Задачи и содержание курса физики VI—VII. классов средней школы

1. Значение преподавания физики в школе 5
2. Задачи курса физики VI—VII классов средней школы 6
3. Содержание и построение курса физики VI—VII классов 7

Глава 2. Вопросы коммунистического воспитания учащихся в преподавании физики

1. Формирование научного мировоззрения учащихся . 9
2. Научно-атеистическое воспитание учащихся . . 14
3. Идейно-политическое воспитание учащихся . . . 17
4. Воспитание у учащихся коммунистического отношения к труду 20
5. Политехническое обучение . 22
6. Развитие научных интересов и творческих способностей учащихся 28

Глава 3. Связь курса физики с другими предметами

1. Значение, задачи и формы связи между учебными предметами 34
2. Связь курса физики с математикой 36
3. Связь курса физики с химией 41
4. Связь курса физики с биологией 43
5. Связь курса физики с природоведением и географией 45
6. Связь преподавания физики с занятиями в учебных мастерских 46
7. Связь курса физики с преподаванием гуманитарных предметов 47

Часть II

ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Глава 4. Методологические и дидактические основы обучения физике

1. Применение марксистско-ленинской теории познания в учебном процессе по физике 50
2. Проблемность в обучении физике 52
3. Психолого-дидактические основы формирования у учащихся физических понятий 54
4. Методика изучения физических теорий 60
5. Дидактические принципы в обучении физике . . . 61

Глава 5. Формы организации учебных занятий. Методы обучения

1. Урок — основная форма организации учебных занятий 67
2. Учебные конференции . . 71
3. Методы обучения физике . 73
4. Программированное обучение 76

Глава 6. Демонстрационный эксперимент

1. Значение эксперимента в преподавании физики. Виды школьного физического эксперимента 83
2. Основные методические требования к демонстрации опытов 84
3. Методика и техника демонстрации опытов 85
4. Требования по технике безопасности 90

Глава 7. Наглядные пособия. Применение технических средств в обучении

1. Объемные наглядные пособия 92

2. Графические наглядные пособия 94
3. Рисунки, чертежи и схемы 95
4. Эпи- и диапроекция. Учебное кино 99
5. Применение технических средств в обучении . . 101

Глава 8. **Лабораторные работы учащихся**

1. Значение лабораторных работ 103
2. Формы организации лабораторных работ . . . . —
3. Организация и методика проведения фронтальных лабораторных занятий . . 105
4. Физический практикум . 109
5. Домашние экспериментальные работы 110

Глава 9. **Задачи по физике**

1. Значение решения задач по физике 112
2. Виды задач и способы их решения 113
3. Аналитико-синтетический метод в решении физических задач 117
4. Методика решения качественных задач 118
5. Методика решения количественных задач . . . . —
6. Способы записи условия и решения задач 121
7. Методика решения экспериментальных задач . . . 124

Глава 10. **Экскурсии по физике**

1. Значение и виды экскурсий 126
2. Планирование экскурсий . 128
3. Организация и методика проведения экскурсий . . 130
4. Обработка и использование экскурсионного материала 133

Глава 11. **Организация самостоятельной работы учащихся**

1. Виды самостоятельной работы учащихся на уроке . 135
2. Самостоятельная работа учащихся с учебником . 138
3. Домашняя самостоятельная работа учащихся . . . 143

Глава 12. **Повторение учебного материала. Проверка знаний, умений и навыков**

1. Повторение учебного материала 147
2. Проверка знаний, умений и навыков учащихся . . 149
3. Новые способы проверки знаний 153

Глава 13. **Внеклассная работа по физике**

1. Значение и формы внеклассной работы. 157
2. Кружок — основная форма внеклассной работы . . —
3. Вечера физики и техники 160
4. Физический КВН . . . 163
5. Творческие конкурсы . . 165
6. Чтение учащимися научно-популярной и специальной литературы. Физический лекторий . . . . —

Глава 14. **Планирование работы учителя физики. Подготовка учителя физики к уроку**

1. Планирование учебной работы 166
2. Подготовка учителя физики к уроку 171

Часть III

ПРЕПОДАВАНИЕ ФИЗИКИ В VI КЛАССЕ

Глава 15. **Вводные уроки**

1. Первый урок физики в VI классе 174
2. Второй урок физики в VI классе 177

Глава 16. **Первоначальные сведения о строении вещества**

1. Понятие о молекулярном строении вещества . . . 180
2. Движение молекул . . . 184
3. Броуновское движение . . 185
4. Связь температуры тела со скоростью движения молекул 186
5. Взаимодействие молекул . 187
6. Различие между агрегатны-

ми состояниями вещества с точки зрения молекулярно-кинетических представлений 189

Глава 17. **Движение и силы**

1. Понятие о механическом движении 192
2. Время и его измерение . 195
3. Равномерное и неравномерное движение . . . 196
4. Скорость равномерного движения 198
5. Средняя скорость неравномерного движения . . . 199
6. Решение задач на расчет скорости, пути и времени равномерного движения . 200
7. Взаимодействие тел. Понятие о массе 201
8. Определение массы тела при помощи весов. Весы. Правила взвешивания . . 205
9. Плотность вещества . . . 206
10. Расчет массы и объема тела по плотности вещества 208
11. Инерция 209
12. Сила. Виды сил . . . 210
13. Тяготение. Сила тяжести . 211
14. Сила упругости. Вес тела 212
15. Невесомость 213
16. Единицы силы. Измерение сил динамометром . . . 214
17. Сила-вектор. Сложение сил 216
18. Силы трения 218
19. Силы взаимодействия молекул 222
20. Явление смачивания. Капиллярность 224
21. Давление 225
22. Давление газа 228

Глава 18. **Давление жидкостей и газов (гидро- и аэростатика)**

1. Свойства жидкостей и газов 231
2. Закон Паскаля 232
3. Весовое давление жидкости 234
4. Атмосферное давление . . 241
5. Архимедова сила . . . 249
6. Плавание тел в жидкости . 257
7. Воздухоплавание . . . 260

Глава 19. **Работа и мощность. Энергия**

1. Работа и мощность . . 263
2. Простые механизмы . . 267
3. Механическая энергия . . 272

Часть IV

ПРЕПОДАВАНИЕ ФИЗИКИ В VII КЛАССЕ

Тепловые явления

Глава 20. **Теплопередача и работа**

1. Хаотическое (тепловое) движение молекул. Температура тел 279
2. Внутренняя энергия тел и способы ее изменения . . 281
3. Способы передачи теплоты 285
4. Количество теплоты. Единицы количества теплоты 291
5. Удельная теплоемкость вещества. Расчет количества теплоты 292
6. Энергия топлива . . . 294
7. Закон сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах 295

Глава 21. **Изменение агрегатных состояний вещества**

1. Агрегатные состояния вещества. Плавление и отвердевание кристаллических тел 298
2. Удельная теплота плавления и отвердевания 300
3. Использование плавления тел в технике 301
4. Испарение. Конденсация . 302
5. Кипение 304

Глава 22. **Тепловые двигатели**

1. Работа расширения газа. Двигатель внутреннего сгорания 307
2. Паровая турбина . . . 309
3. Коэффициент полезного действия двигателя . . . 310
4. Экскурсия в тепловозное депо 311

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Глава 23. **Первоначальные сведения об электричестве. Строение атома**

1. Об изучении электрических явлений на I ступени обучения физике 312
2. Электростатические явления 316

3. Понятие об электроне . . 323
4. Строение атома . . . 325
5. Элементарные сведения об электронной теории . . . 327

Глава 24. **Сила тока, напряжение, сопротивление**

1. Электрический ток. Источники тока 331
2. Электрическая цепь . . . 333
3. Электрический ток в электролитах. Действия тока . 337
4. Сила электрического тока 339
5. Понятие о напряжении . 340
6. Сопротивление 343
7 Закон Ома для участка цепи 347
8. Соединение проводников . 350

Глава 25. **Работа и мощность электрического тока**

1. Работа электрического тока 354
2. Мощность электрического тока 358
3. Измерение электрической энергии. Электрический счетчик 359
4. Тепловое действие тока . 390

Глава 26. **Электромагнитные явления**

1. Магнитное поле тока. Силовые линии магнитного поля 366
2. Магнитное поле кругового тока и соленоида , . . 368
3. Электромагниты . . . 369
4. Электромагнитное реле . 370
5. Телеграф 371
6. Постоянные магниты . . —
7. Телефон 373
8. Движение проводника с током в магнитном поле —
9. Электродвигатели . . . 375
10. Электромагнитная индукция 376
11. Генераторы переменного тока 378
12. Итоговое занятие (конференция) 379

Орехов Виктор Петрович, Усова Антонина Васильевна, Альбин Константин Васильевич, Вологодская Зинаида Алексеевна, Глазырин Василий Григорьевич, Дерябин Виктор Михайлович, Каменецкий Самуил Ефимович, Кольчевская Екатерина Петровна, Малафеев Радиогел Иванович, Терентьев Михаил Мокеевич, Торшин Александр Иванович, Турышев Иван Кузьмич

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

в 6—7 классах средней школы

Редактор *А. Ф. Раева*
Художественный редактор *Т. А. Алябьева*
Технический редактор *Н. Н. Махова*
Корректоры *А. А. Баринова, Т. А. Кузнецова*

Сдано в набор 10/III 1976 г. Подписано к печати 30/VI 1976 г. 60×90[1]/16. Бумага типогр. № 1. Печ. л. 24. Уч.-изд. л. 25,49. Тираж 100 тыс. экз.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Типография им. Смирнова Смоленского облуправления издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Смоленск, пр. им. Ю. Гагарина, 2.

Заказ № 2405
Цена 97 коп.